

**SUPERVISIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA Y OBRAS DE  
DRENAJE VIAL, MUNICIPIO DE TOGÜÍ**

**ALES YOVANI MOYANO VILLAMIL**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS  
TUNJA  
2018**

**SUPERVISIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA Y OBRAS DE  
DRENAJE VIAL, MUNICIPIO DE TOGÜÍ**

**ALES YOVANI MOYANO VILLAMIL**

Trabajo de grado bajo la modalidad de práctica con proyección empresarial para  
optar al título de Ingeniero en Transporte y Vías

Director

**ING. MSC. JAIME PEDROZA SOLER**

Codirector

**ING. HOLMAN ÁLVAREZ CALDERON**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS  
TUNJA  
2018**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Tunja, 04 de Septiembre de 2018

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico principalmente a mis padres, a mi madre Ruth Villamil por ser ese apoyo incondicional desde que comencé mi camino de formación académica, a mi padre Luis Moyano por la constante colaboración y perseverante enseñanza.

A mis hermanos, Karina, Jhonatan y Eliana por ser ese ejemplo de dedicación y esfuerzo.

A mi novia Cindy por acompañarme en todo momento e impulsarme siempre a ser el mejor en las cosas que hago.

Finalmente, dedico este trabajo a mi Hija Luciana, quien se convirtió en mi motor para culminar esta meta y será el impulso para lograr muchas más.



## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos.

Al Ingeniero JAIME PEDROZA SOLER, por su constante dedicación e interés en la dirección del trabajo de pasantía; y siempre tener una buena disposición para guiarme y ayudarme en la culminación de este.

Al Ingeniero HOLMAN ÁLVAREZ CALDERON por la coordinación, apoyo y colaboración prestada para desarrollar este trabajo.

A todos los docentes que conforman la Escuela de Ingeniería en Transporte y Vías de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia por la excelente formación profesional que me brindaron; y por el estímulo que cada vez dan a sus estudiantes a sentir amor y orgullo propio por esta linda profesión.

A la empresa H & H CONSTRUCTORES INGENIERIA S.A.S por permitirme desarrollar la práctica empresarial en esa entidad y especialmente a los profesionales involucrados en el proyecto del cual es producto este trabajo.

A todos mis compañeros con los que de alguna u otra manera compartí, principalmente a aquellos que me brindaron su apoyo en la etapa final de la carrera; igualmente amigos que me acompañaron a lo largo de este proceso y quienes siempre confiaron en que lo lograría.

## CONTENIDO

pág.

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>1. GENERALIDADES.....</b>	<b>17</b>
1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	17
1.1.1 Localización municipio de Togüí. ....	17
1.1.2 Localización frentes de obra. ....	18
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO .....	21
1.2.1 Descripción general municipio de Togüí. ....	21
1.2.2 Descripción general zonas del proyecto. A continuación se menciona una breve descripción de las dos zonas que comprenden este proyecto. ....	22
1.3 OBRAS A REALIZAR .....	24
1.3.1 Placa huella. ....	24
1.3.2 Puente vehicular. ....	24
1.4 ASPECTOS CONTRACTUALES DEL PROYECTO .....	25
1.4.1 Objeto. ....	25
1.4.2 Alcance. ....	25
1.4.3 Valor del contrato y forma de pago .....	26
1.4.4 Plazo del contrato y cronograma estimado. ....	26
<b>2. BASES TEÓRICAS.....</b>	<b>27</b>
2.1 PLACA HUELLA .....	27
2.1.1 Tipos de placa huella. ....	28
2.1.2 Comparación entre los tipos de placa huella. ....	36
2.2 PUENTES.....	37
2.2.1 Elementos que componen el puente. ....	37
2.2.2 Tipos de puentes. ....	39
2.3 DRENAJE EN VÍAS .....	40
2.3.1 Corona. ....	40
2.3.2 Problemas en los pavimentos causados por el agua y la falta de drenaje....	41
2.3.3 Obras de drenaje. ....	42
2.4 PROCESO CONSTRUCTIVO .....	48
2.4.1 Proceso constructivo placa huella. ....	48

2.4.2 Proceso constructivo puente vehicular .....	65
2.5 CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	72
2.5.2 Control de calidad de la base granular.....	72
2.5.3 Control de calidad al concreto simple. ....	75
2.5.4 Control de calidad al concreto ciclópeo.....	77
2.5.5 Control de calidad al acero de refuerzo.....	78
2.5.6 Control de calidad del geotextil. ....	78
<b>3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS PREVIAS AL INICIO DE OBRA .....</b>	<b>79</b>
3.1 PROCESO DE INDUCCIÓN POR PARTE DE LA EMPRESA .....	79
3.2 REVISIÓN DE LOS DISEÑOS.....	79
3.2.1 Placa huella. ....	79
3.2.2 Puente Vehicular. ....	83
3.2.3 Apreciación de los diseños .....	84
3.2.4 Análisis de costos de la obra .....	84
3.3 VISITA PREVIA AL LUGAR DE OBRA .....	85
3.4 SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO ANTE LA COMUNIDAD DE LA ZONA ...	85
<b>4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA EJECUCIÓN FÍSICA DE LA OBRA .....</b>	<b>87</b>
4.1 COMITÉS DE OBRA .....	87
4.1.1 Comité de obra N° 1. ....	87
4.1.2 Comité de obra N° 2. ....	88
4.1.3 Comité de obra N° 3. ....	88
4.2 SUPERVISIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA HUELLA .....	89
4.2.1 Construcción del filtro .....	90
4.2.2 Construcción Placa Huella .....	96
4.2.3 Construcción canal de recolección de agua .....	107
4.3 SUPERVISIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR .....	111
4.3.1 Localización y replanteo puente.....	111
4.3.2 Excavación manual en material común.....	112
4.3.3 Excavación en roca.....	113
4.3.4 Construcción estribos .....	114
4.4 ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA .....	118

4.4.1 Balance comparativo entre la práctica y la teoría .....	118
4.4.2 Análisis de cumplimiento de cronograma.....	119
<b>5. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DE OBRA.....</b>	<b>121</b>
<b>6. EVALUACIÓN DE LA PASANTÍA Y APORTES.....</b>	<b>123</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>125</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>127</b>
<b>INFOGRAFÍA .....</b>	<b>128</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>129</b>

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1 Localización geográfica municipio de Togüí .....	18
Ilustración 2 Localización de los sitios de obra respecto al casco urbano del municipio. ....	19
Ilustración 3 Localización obra placa huella respecto al casco urbano del municipio. ....	20
Ilustración 4 Localización obra puente vehicular respecto al casco urbano del municipio .....	21
Ilustración 5 Zona de construcción de placa huella.....	23
Ilustración 6 Zona de construcción puente vehicular.....	23
Ilustración 7 Vista en planta placa huella tipo 1 .....	29
Ilustración 8 Corte longitudinal y transversal placa huella tipo 1 .....	30
Ilustración 9 Vista en planta placa huella tipo 2, caso A.....	31
Ilustración 10 Cortes longitudinal y transversal placa huella tipo 2, caso A .....	31
Ilustración 11 Vista en planta placa huella tipo 2, caso B.....	32
Ilustración 12 Cortes longitudinal y transversal placa huella tipo 2, caso B .....	33
Ilustración 13 Vista en planta placa huella tipo 3 .....	34
Ilustración 14 Cortes longitudinal y transversal placa huella tipo 3.....	34
Ilustración 15 Vista en planta placa huella tipo 4 .....	35
Ilustración 16 Cortes longitudinal y transversal placa huella tipo 4.....	36
Ilustración 17 Comparación tipos de placa huella tipo. ....	36
Ilustración 18 Componentes de un puente, vista longitudinal.....	38
Ilustración 19 Tablero y estructura portante de un puente tipo viga .....	39
Ilustración 20 Clase de puente según el tipo estructural .....	40
Ilustración 21 Sección transversal típica de una carretera no pavimentada .....	41
Ilustración 22 Secciones cunetas típicas y propiedades geométricas .....	44
Ilustración 23 Esquema de dren colector longitudinal .....	46
Ilustración 24 Esquema de dren interceptor longitudinal usado para cortar la filtración y abatir el nivel freático .....	46
Ilustración 25 Drenes interceptores transversales en carretera en corte con alineamiento perpendicular al contorno existente (vista de perfil). ....	47
Ilustración 26 Drenes horizontales en un corte a media ladera .....	48
Ilustración 27 Disposición de tensores en las cajas para gaviones .....	70
Ilustración 28 Detalle de los amarres en las cajas para gaviones .....	71
Ilustración 29 Requisitos de los agregados para bases granulares.....	73
Ilustración 30 Requisitos de los agregados para bases granulares.....	74
Ilustración 31 Periodicidad de ensayos para los materiales de base granular .....	75
Ilustración 32 Periodicidad de ensayos para los materiales de base granular .....	76

Ilustración 33 Propiedades del Geotextil NT2000 .....	78
Ilustración 34 Componente vehicular de la vía.....	80
Ilustración 35 Diseño en planta placa huella del proyecto.....	82
Ilustración 36 Diseño canal de recolección de aguas.....	83
Ilustración 37 Obras de excavación en roca .....	90
Ilustración 38 Localización de la excavación del filtro sobre la vía a intervenir .....	91
Ilustración 39 Obras de excavación del filtro.....	92
Ilustración 40 Obras de excavación del filtro.....	93
Ilustración 41 Obras de construcción del filtro.....	95
Ilustración 42 Obras de construcción del filtro.....	96
Ilustración 43 Sección completa de placa huella.....	97
Ilustración 44 Excavación en la vía .....	98
Ilustración 45 Conformación y compactación de la subrasante.....	99
Ilustración 46 Conformación base granular.....	100
Ilustración 47 Excavación manual para las vigas riostras .....	101
Ilustración 48 Disposición de las formaletas .....	102
Ilustración 49 Disposición del acero de refuerzo .....	103
Ilustración 50 Colocación del concreto.....	104
Ilustración 51 Colocación del concreto ciclópeo.....	105
Ilustración 52 Construcción de cunetas. ....	106
Ilustración 53 Obras para la construcción del canal .....	107
Ilustración 54 Construcción canal de recolección de aguas .....	108
Ilustración 55 Acero de refuerzo canal de recolección de aguas .....	108
Ilustración 56 Construcción canal de recolección de aguas .....	109
Ilustración 57 Construcción canal de recolección de aguas .....	110
Ilustración 58 Construcción cuneta costado izquierdo de la vía .....	111
Ilustración 59 Localización y replanteo puente.....	112
Ilustración 60 Excavación manual para cimentación.....	113
Ilustración 61 Excavación mecánica en roca para cimentación .....	113
Ilustración 62 Construcción de solados.....	114
Ilustración 63 Construcción de estribos .....	115
Ilustración 64 Construcción de estribos .....	116
Ilustración 65 Construcción de estribos .....	117
Ilustración 66 Construcción de estribos .....	117

## GLOSARIO

**ALETA:** hacen parte del estribo del puente, se ubican en los extremos de este y sirve para contener material de relleno.

**BASE GRANULAR:** capa de material granular grueso, la cual se encuentra entre el asfalto o el concreto y la sub-base granular. Para el caso constituye una superficie de trabajo limpia para construir sobre ella los elementos restantes que conforman el pavimento con Placa-huella.

**BERMA-CUNETETA:** elementos de drenaje superficial contruidos en concreto reforzado, fundidos monolíticamente y articulados estructuralmente con la riostra.

**BORDILLO:** estructura de concreto que a modo de muro, se utiliza para separar superficies a nivel o desnivel, con el fin de delimitar visualmente, confinar un área determinada o separar superficies con diferentes tipos de tráficos.

**CBR:** CBR significa en español relación de soporte California, por las siglas en inglés de «California Bearing Ratio», El CBR es un ensayo para evaluar la calidad de un material de suelo con base en su resistencia, medida a través de un ensayo de placa a escala.

**CIMENTACIÓN:** elementos contruidos superficial o profundamente para repartir la fuerza que le transmite la estructura a través de sus elementos de apoyo sobre una superficie de terreno bastante grande que admite esas cargas.

**CONCRETO HIDRÁULICO:** mezcla homogénea de cemento, agua, arena, grava y en algunos casos se utilizan aditivos.

**CURADO:** cuando el concreto mantiene constante una temperatura y humedad después del vaciado.

**ESCORRENTIA:** agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno.

**ESTRIBO:** parte del puente destinada a soportar el peso del tablero y transmitir el peso a los cimientos.

**FLEJES:** refuerzos transversales de las vigas riostras que conforman la armadura de acero.

**GEOTEXTIL:** material textil sintético plano formado por fibras poliméricas similar a una tela, de gran deformabilidad, empleada para obras de ingeniería en aplicaciones geotécnicas, cuya misión es hacer las funciones de separación o filtración, drenaje, refuerzo o impermeabilización.

**IN SITU:** que se hace en el mismo sitio.

**JUNTA:** línea o superficie comprendida entre dos o más elementos constructivos, sirve para controlar el agrietamiento transversal y longitudinal generado por la contracción restringida del concreto y por los efectos combinados del alabeo y las cargas del tránsito.

**MONOLÍTICO:** que está hecho de una sola pieza.

**PIEDRA PEGADA:** capa de concreto ciclópeo con espesor de quince centímetros (0,15 m).

**PLACA HUELLA:** tipo de pavimento usado en vías rurales cuya sección transversal está conformada principalmente por dos cintas (huellas) en concreto hidráulico reforzado, separadas entre sí por una franja central de concreto ciclópeo (piedra pegada).

**RECEBO:** arena o piedra muy menuda que se extiende sobre el firme de una carretera para igualarla.

**SOLADO:** revestimiento de un suelo con asfalto, adoquines, madera u otro material similar.

**TALUD:** inclinación del paramento de un muro o de un terreno.

**TERRAPLÉN:** macizo de tierra con que se rellena un hueco, o que se levanta para hacer una defensa, un camino u otra obra semejante.

**VÍA Terciaria:** vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías secundarias (INVIAS, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras).



**VIGAS RIOSTRAS:** la riostra es una viga transversal de concreto reforzado en la que su acero de refuerzo se entrecruza con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo anterior y con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo siguiente.

**SUB BASE GRANULAR:** capa de material granular grueso, que se compone de un porcentaje de triturados, arena y una pequeña parte de materiales finos. Se encuentra entre la base granular y la subrasante.

**SUBRASANTE:** generalmente está constituida por el suelo natural con una capa de material de afirmado de espesor variable.

**ZAPATA:** tipo de cimentación superficial (normalmente aislada), que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas. Consisten en un ancho prisma de hormigón (concreto) situado bajo los pilares de la estructura. Su función es transmitir al terreno las tensiones a que está sometida el resto de la estructura y anclarla.

## **RESUMEN**

Este trabajo de práctica con proyección empresarial tiene como objetivo presentar el resultado obtenido en el seguimiento y supervisión de la obra “CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA Y PUENTE VEHICULAR EN LA VEREDA GARIBAY SECTOR POMECA Y CACHARRO DEL MUNICIPIO DE TOGÜÍ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”.

La práctica se desarrolló con la empresa privada H & H CONSTRUCTORES INGENIERIA S.A.S. Empresa contratista que desarrolla actividades de construcción en el ámbito local y regional.

La metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo inició con la inducción y conocimiento de la empresa y sus objetivos para con el proyecto en mención y se hizo un estudio y análisis detallado de los diseños que se iban a implementar en la obra, obteniendo una primera impresión de los alcances y limitaciones que se podían generar.

También, previo al inicio de la ejecución física de la obra, se realizaron diferentes actividades complementarias a esta; como conocer el lugar del proyecto y socializar el mismo con la comunidad directamente beneficiada del municipio de Togüí.

Así mismo, una vez iniciada la ejecución de la obra, y durante su desarrollo, se asistió a varios comités de obra, donde se aprendió personalmente, como se toman decisiones y se optan soluciones a problemas encontrados en el proyecto.

Finalmente, se pudo supervisar la construcción de una parte representativa y suficiente de placa huella, no así del puente, pero sin duda alguna, fue ampliamente satisfactorio el adquirir conocimientos en tan diversas actividades; evidenciando de primera mano cómo es el desarrollo de una obra vial, de importancia evidente para la comunidad, dando solución a una problemática marcada de dificultad de movilización por las vías rurales del municipio.

## INTRODUCCIÓN

La implementación de pavimento tipo Placa Huella en las regiones rurales del país, es una solución de fácil ejecución que brinda un gran impacto al desarrollo socioeconómico de las comunidades; ya que permite mejorar la movilidad terrestre en aquellas vías terciarias que presentan deterioro en su capa de rodadura, sistemas de drenaje deficientes y/o altas pendientes longitudinales.

Así mismo, la construcción de puentes vehiculares en las zonas más apartadas de los municipios debe proporcionar una solución permanente a problemas puntuales de intercomunicación terrestre, esto en cuanto a los cruces con ríos o quebradas; los cuales derivan en una afectación socioeconómica en las regiones debido a la restricción de tránsito que se tiene si no se intervienen con este tipo de obras.

Por tanto, el principal objetivo de la práctica desarrollada es apoyar de alguna manera la supervisión del proceso constructivo de las obras viales ejecutadas y lo que ellas conllevan, para así mejorar la movilidad terrestre de personas y bienes en las vías rurales intervenidas del municipio de Togüí. Igualmente, la contribución personal que se hace al proyecto y su ejecución, en cuanto a aspectos técnicos y teóricos, junto con la revisión de documentos, planos, entre otros, de alguna u otra manera aporta significativamente al desarrollo satisfactorio de las obras y así lograr las metas propuestas tanto por la empresa contratista como la entidad municipal.

El desarrollo del trabajo bajo la modalidad de práctica con proyección empresarial, trata de diversos y variados temas en lo concerniente a la construcción de pavimento tipo placa huella y obras de drenaje vial como un puente vehicular y obras de drenaje menores. Estos aspectos se desenvuelven en la supervisión del proyecto llamado “CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA Y PUENTE VEHICULAR EN LA VEREDA GARIBAY SECTOR POMECA Y CACHARRO DEL MUNICIPIO DE TOGÜÍ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”

Una buena supervisión de obra, permite adquirir información detallada y de primera mano de las actividades a implementar en el proyecto; esto mediante el análisis e interpretación de los diseños realizados para la obra y su posterior implantación en campo. De igual forma se pueden identificar además, algunas fallas en los procesos constructivos y problemas de carácter técnico que afectan directamente el normal desarrollo de las obras.

Teniendo en cuenta lo anterior, la práctica con proyección empresarial se realiza sobre el proyecto de construcción de placa huella con obras de drenaje vial y puente vehicular en zona rural del Municipio de Togüí. Estas obras se ejecutan simultáneamente, donde a cada una se le hace la respectiva supervisión.

La información recopilada permitió elaborar un documento técnico y teórico que hace evidente la realización de las diferentes obras que se involucraron en el proyecto y que fueron ejecutadas por la empresa contratista ya mencionada, donde fue importante hacer un seguimiento y control de las actividades desarrolladas.

En el capítulo I se muestra las generalidades del proyecto, donde se involucra la descripción y localización de la zona, las obras a realizar y los aspectos contractuales.

El capítulo II contiene los aspectos teóricos más relevantes, como la descripción detallada de las obras, los procesos constructivos y el control de calidad de los materiales según las normas vigentes.

En el capítulo III se presentan las actividades desarrolladas previas al inicio de la ejecución física de la obra, actividades de inducción a la obra que se desarrollaría.

En el capítulo IV se exponen las actividades desarrolladas en la ejecución física de la obra, describiendo detalladamente cómo fue el proceso constructivo en campo de las diferentes obras; y haciendo un análisis comparativo de la teoría con la práctica obtenida.

En el capítulo V se exhibe el control de calidad realizado a los materiales de obra.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones que se tienen en cuanto a la experiencia obtenida al desarrollar la práctica.

## 1. GENERALIDADES

Por las características del presente trabajo, se debe iniciar mencionando algunos temas importantes como la ubicación y descripción de la zona del proyecto donde se desarrolló la práctica empresarial, una breve descripción de las obras a realizar y ciertos aspectos contractuales de relevancia. Lo anterior para comprender la magnitud y alcance del proyecto a implementar.

Así mismo, cabe mencionar que el personal involucrado en el desarrollo del proyecto comprende de un Director de Obra, Un Ingeniero Residente de obra, un maestro de obra y varios obreros, donde la cantidad de estos últimos varía dependiendo de las actividades a desarrollar.

Igualmente se destaca que el papel o rol desarrollado por el autor en la ejecución de las obras, conlleva a realizar actividades propias de un Ingeniero Residente, sin embargo las responsabilidades de este no se pueden delegar a otra persona que no esté involucrada legalmente en el proyecto; por tanto, el trabajo desarrollado en campo durante la práctica con proyección empresarial, comprendió principalmente la supervisión y control de las obras, aportando desde el punto de vista ingenieril, sugerencias de carácter técnico y teórico; todo de la mano y controlado especialmente por el Ingeniero Residente, quien tomaba la decisión final cuando se requería.

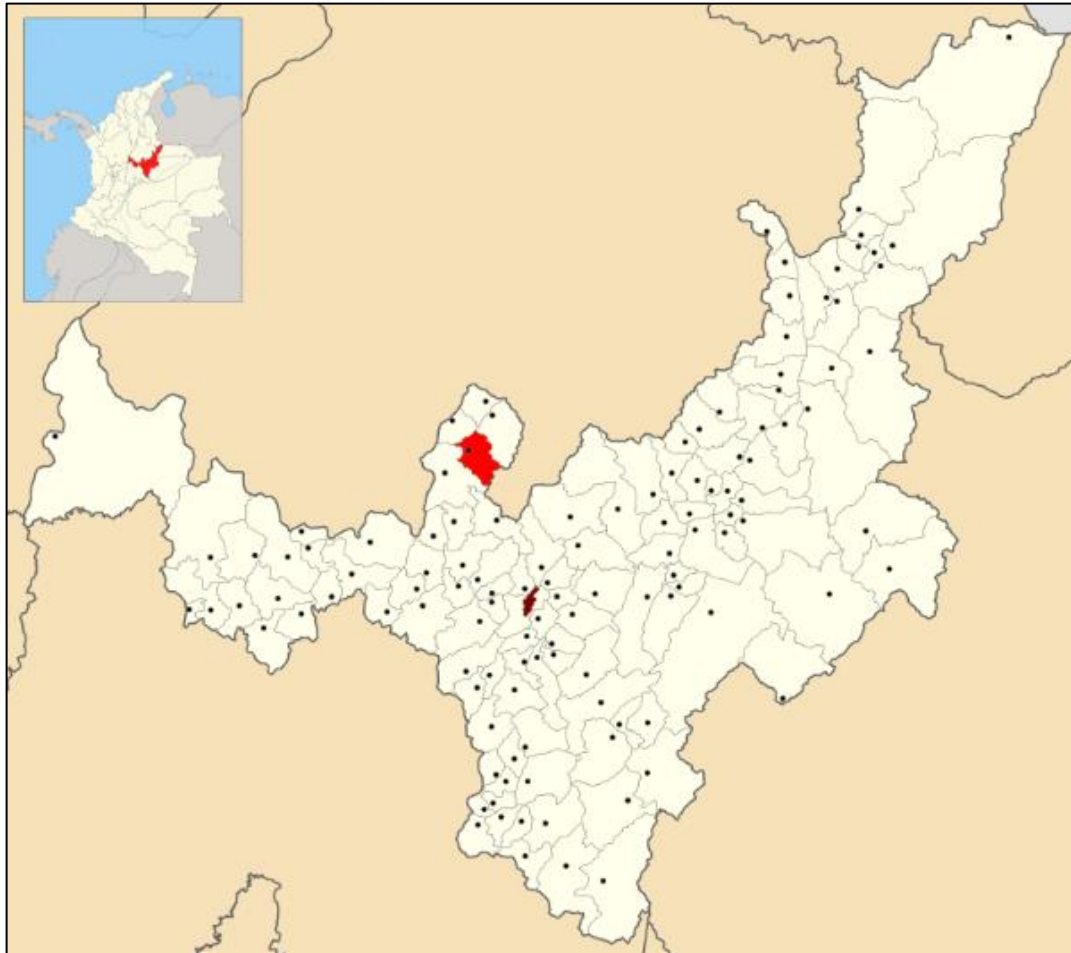
### 1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

A continuación se describe la localización general y específica donde se desarrollaron las obras.

**1.1.1 Localización municipio de Togüí.** El municipio de Togüí se encuentra geográficamente ubicado en la región Centro Norte del Departamento de Boyacá, a unos 60 kilómetros aproximadamente de la capital Tunja. Para llegar a este municipio se accede por un ramal de 17 Km, que parte de la vía que de Tunja conduce a Bucaramanga, 4 Km antes de llegar al casco urbano del municipio de Moniquirá.

Pertenece a la provincia de Ricaurte sector bajo y limita con los municipios de San José de Pare, Arcabuco, Moniquirá, Chitaraque y Gámbita.

Ilustración 1 Localización geográfica municipio de Togüí



Fuente: De Shadowxfox - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0. Disponible en internet en <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22615664>

**1.1.2 Localización frentes de obra.** La localización de los dos sitios donde se desarrolla la obra se ubican en el área rural del municipio en la Vereda Garibay. A continuación se muestra la ubicación de los dos frentes de obra respecto al casco urbano del municipio.

Ilustración 2 Localización de los sitios de obra respecto al casco urbano del municipio.



Fuente: Imagen satelital Google earth.

La localización específica de cada zona se relaciona a continuación:

- Placa huella: Este tramo se encuentra ubicado a aproximadamente 1.5 km al sur del casco urbano del municipio.



Ilustración 3 Localización obra placa huella respecto al casco urbano del municipio.

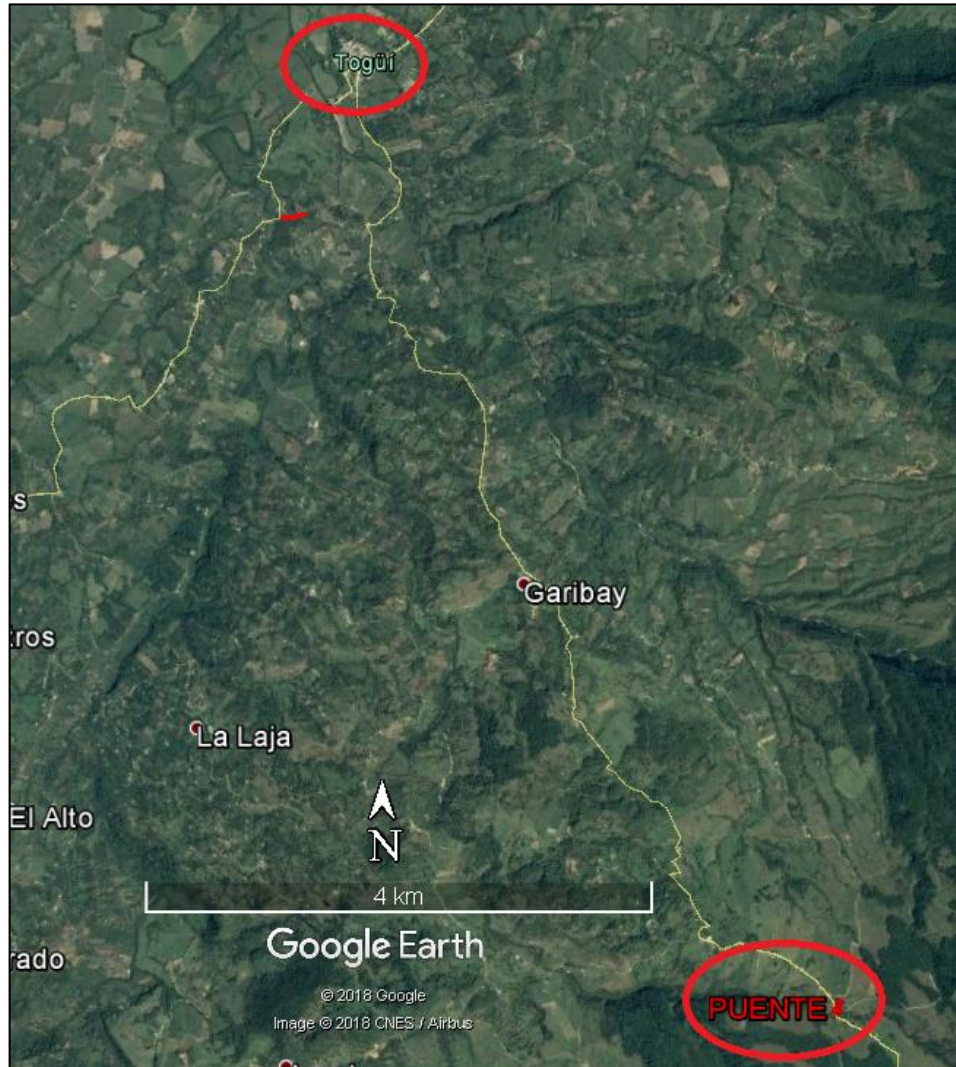


Fuente: Imagen satelital Google earth.

- **Puente vehicular:** Esta obra se realiza a aproximadamente 10 km al sur-oriental del casco urbano del municipio, sobre el cruce de la vía con la quebrada el Cacharro.



Ilustración 4 Localización obra puente vehicular respecto al casco urbano del municipio



Fuente: Imagen satelital Google earth.

## 1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

La zona del proyecto presenta las siguientes características.

**1.2.1 Descripción general municipio de Togüí.** Al estar localizado en un ramal de la cordillera oriental de los Andes, es un municipio que se caracteriza por tener un relieve en su mayoría montañoso, bañado por sus principales ríos Togüí, Pómea y Ubaza.

Su principal actividad económica es la agricultura con cultivos de caña panelera, café, yuca, plátano y otros. La ganadería se presenta en menor escala. La comercialización de sus productos se hace principalmente con el municipio de Moniquirá que es considerado el centro de acopio de la región<sup>1</sup>.

En la parte alta, el municipio de Togüí limita con el municipio de Gámbita (Santander), esta zona corresponde a una zona de reserva forestal denominada Serranía El Peligro, donde prevalece el clima frío con una gran riqueza de flora y fauna.

La flora del municipio de Togüí corresponde a una gran variedad y cantidad constituida por bosque natural, arbustos, hierbas y pastos. La mayor concentración de bosque se encuentra en las riberas de los ríos Ubaza, Togüí, Pomeca y en las partes altas de las veredas de Carare y Hatillo, en estas zonas el bosque está constituido principalmente por Quercus, Roble, Aliso, Yaglas, Comino, Chiuacá, Torumo, Aguaco, Encenillo, Sute Cueros, Cucharó, Amarillo Rosado, Cuacho o Gaque, Pino Ciprés y Pátalo.<sup>2</sup>

**1.2.2 Descripción general zonas del proyecto.** A continuación se menciona una breve descripción de las dos zonas que comprenden este proyecto.

➤ Placa Huella

La zona donde se desarrolla la construcción de la placa huella, por estar ubicada cerca al casco urbano del municipio, es una zona donde se evidencia presencia de predios con cultivos y pastos para ganadería; así mismo, muy cerca al inicio del tramo pasa el río Pomeca, en este se descargan las aguas de escorrentía evacuadas por las obras de drenaje de la placa huella como el filtro, cunetas y canal de recolección de agua.

Este tramo de vía se caracteriza por tener altas pendientes longitudinales y su composición geomorfológica del subsuelo es inicialmente conformada por recebo y arcillas hasta una profundidad de 0.5 metros, de allí en adelante se compone de rocas sedimentarias, más exactamente arcillolitas de color gris oscuro.

---

<sup>1</sup> ALCALDÍA MUNICIPAL DE TOGÜÍ EN BOYACÁ. Nuestro Municipio. Descripción física. [En línea]. Togüí 2017. [Citado 16-Junio-2018]. Disponible en internet: <http://www.togui-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>.

<sup>2</sup> ALCALDÍA MUNICIPAL DE TOGÜÍ EN BOYACÁ. Nuestro Municipio. Ecología. [En línea] Togüí 2017. [Citado 16-Junio-2018]. Disponible en internet: <http://www.togui-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

Ilustración 5 Zona de construcción de placa huella



Fuente: Registro propio

➤ Puente vehicular

Como se vio anteriormente, esta zona se localiza a unos 10 km del casco urbano del municipio, casi al límite con el municipio de arcabuco. Por allí cruza la quebrada el cacharro, afluente del Rio Pomeca. Es una zona netamente montañosa, con presencia de algunos cultivos y predios para ganadería, pero principalmente esta zona está conformada por bosques nativos ya que muy cerca a este lugar se encuentra la serranía El Peligro. La composición del subsuelo es principalmente rocas sedimentarias que se pueden apreciar fácilmente en algunos sectores de la vía y de los terrenos aledaños.

Ilustración 6 Zona de construcción puente vehicular



Fuente: Registro propio

### 1.3 OBRAS A REALIZAR

El proyecto contempla la construcción de dos tipos de infraestructura vial como lo son un pavimento tipo placa huella y un puente vehicular. Las principales características de estas obras se relacionan a continuación.

**1.3.1 Placa huella.** El tramo de Vía se intervendrá con la construcción de una placa huella de 280 metros lineales cuyo ancho promedio es de 5.0 metros los cuales incluyen: Dos huellas en concreto reforzado clase D de 0.15 metros de espesor y 0.9 metros de ancho; Una cinta central de 0.9 metros de ancho y dos franjas laterales de 0.33 metros cada una, y 0.15 metros de espesor en concreto clase G (piedra pegada); y cunetas revestidas en concreto que incluyen bordillo. Este diseño se realizó específicamente para el proyecto en mención y no se ajusta a ningún tipo de diseño establecido, aunque guarda cierta similitud con el expuesto en la guía de diseño de placa huella del INVIAS.

Además de lo anterior, se contempla también la construcción de las siguientes obras de drenaje:

➤ Canal de aguas

Se construirá un canal de recolección de agua de 140 metros de largo, 0.6 metros de alto y 0.5 metros de ancho, en concreto simple, desde la abscisa k0+000 hasta k0+140; ya que en esta última llega puntualmente un gran flujo de agua de escorrentía proveniente de terrenos aledaños más altos.

➤ Filtros con geotextil

Estos filtros están compuestos por material de relleno filtrante según norma INVIAS, geotextil y tubería perforada para recibir el agua que se filtra. Será de 0.8 metros de alto y 0.6 metros de ancho a lo largo de la placa huella en ambos costados, menos el tramo que se intervendrá con canal.

➤ Alcantarilla

Esta alcantarilla se tiene proyectada en la abscisa k0+220, llevara caja de recolección y descole con aletas, cuerpo del muro y tubería de concreto.

**1.3.2 Puente vehicular.** Se construirá un puente vehicular sobre la quebrada el Cacharro de 8.5 metros de luz y 3.17 metros de ancho, el cual incluye un tablero

con placa de concreto reforzado de 0.17 metros de espesor y vigas longitudinales de 0.65 metros de alto y 0.3 metros de ancho; dos estribos en concreto reforzado de 4.5 metros de alto cada uno, con sus respectivas ménsulas y zapatas debidamente reforzadas con acero de 60000 PSI.

Se hace necesario la construcción de los aproches de entrada y de salida con un relleno de material granular; y para garantizar la estabilidad de estos y su facilidad de construcción, se harán dos muros en gaviones de 10 metros de largo y 3 metros de altura.

El puente también incluye barandas de protección en tubería metálica en ambos costados.

#### **1.4 ASPECTOS CONTRACTUALES DEL PROYECTO**

El contrato de obra celebrado entre la empresa H & H CONSTRUCTORES INGENIERIA S.A.S y el Municipio de Togüí, tiene los siguientes aspectos importantes:

**1.4.1 Objeto.** El objeto del contrato es la CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA Y PUENTE VEHICULAR EN LA VEREDA GARIBAY SECTOR POMECA Y CACHARRO DEL MUNICIPIO DE TOGÜÍ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

**1.4.2 Alcance.** El alcance del objeto del contrato consta de las siguientes actividades específicas:

➤ Construcción placa huella sector puente Pomeca a vereda Garibay.

- Obras preliminares
- Construcción de placa huella
- Construcción de las obras de drenaje con canal de recolección
- Construir las obras de drenaje con la tubería y cabezales
- Construir las obras de drenaje con filtro

➤ Construcción puente sector Cacharro

- Preliminares
- Excavaciones
- Concretos

- Aceros de refuerzo
  - Obras complementarias
  - Relleno afirmado (adecuación acceso puente)
- Caracterización de tramo vial acorde a Resolución 1860 de 2013 y 1067 de 2015, "Por la cual se adopta la Metodología General para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras – SINC"

**1.4.3 Valor del contrato y forma de pago.** El valor del contrato es por la suma de SEISCIENTOS TREINTA Y CINCO MILLONES TRESCIENTOS MIL PESOS (\$635.300.000,00) MCTE el cual se pagará mediante actas parciales acorde a las actividades ejecutadas, previa presentación de la factura correspondiente, constancia de pago de los aportes correspondientes al sistema de seguridad social integral y al finalizar la ejecución del contrato, con acta de recibo final a satisfacción del supervisor y ordenador del gasto.

**1.4.4 Plazo del contrato y cronograma estimado.** El plazo del contrato es de seis (6) meses.

Los demás aspectos que intervienen en el contrato se pueden ver en el Anexo A.

## **2. BASES TEÓRICAS**

Para comprender aún más el desarrollo y alcance del presente trabajo, se expone a continuación las bases teóricas necesarias que se involucran con el mismo.

### **2.1 PLACA HUELLA**

La placa huella es un tipo de pavimento utilizado en las vías terciarias o vías veredales, con el fin de mejorar la superficie de rodadura para el tránsito vehicular en terrenos que presentan mal estado y que requieren un mejoramiento a mediano plazo.

Básicamente, la placa huella está conformada por placas en concreto reforzado dispuestas en la Subrasante o subbase granular y separadas entre sí por una franja de concreto ciclópeo (piedra pegada); todo a su vez confinado mediante vigas transversales reforzadas.

Lo anterior hace que la implementación de la placa huella, represente una solución factible al problema de movilidad vehicular que se da en vías terciarias de carácter veredal y que presentan un volumen de tránsito bajo con poco tráfico pesado al día, siendo los automóviles, las motocicletas, las bicicletas y los peatones, quienes componen en su gran mayoría el tránsito por estas vías.

Según la guía de diseño de placa huella del INVIAS, las principales ventajas de usar éste tipo de pavimento son:

- Permite condiciones de circulación permanente y adecuada en un periodo de servicio más amplio.
- No varía la geometría de la vía existente, ya que por las mismas condiciones de esta no lo requiere, pues la velocidad de los vehículos tiende a ser muy baja.
- El mantenimiento de estas obras es sencillo, basta con la limpieza de las obras de drenaje y el control de vegetación en las zonas laterales.
- Los costos de construcción y mantenimiento son bajos, en comparación con otros tipos de pavimento como flexible o rígido.

- Se puede utilizar materiales cercanos al lugar de la obra y mano de obra de la región.

**2.1.1 Tipos de placa huella.** Básicamente, el tipo de placa huella se define geométricamente dependiendo del ancho de calzada disponible para implementar con esta; entre más ancha la vía a intervenir, la disposición de las losas y los elementos que contiene van a variar. Así mismo se debe tener en cuenta zonas o secciones tipo ya definidas que se usan tanto en curva, dependiendo del radio y deflexión, como en tangente para zonas de cruce.

Sin embargo, también se debe tener en cuenta la calidad del suelo de subrasante, debido a que un suelo con baja capacidad portante, deberá ser mejorado mediante algún proceso de estabilización del mismo.

Es así como se tiene definidos cuatro (4) tipos de placa huella, diferenciados en su ancho; tres tipos establecidos por el Departamento Nacional de Planeación – DNP, en su documento “Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella. PROYECTO TIPO”; y uno implementado en la nueva Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella, del Ministerio de Transporte y el INVIAS. A continuación se relacionan estos cuatro tipos de placa huella.

Los siguientes tipos se definen únicamente teniendo en cuenta la implementación de la placa huella en tramos en tangente (rectos).

Cabe resaltar que es muy pertinente proporcionar a la placa huella, resistencia al deslizamiento que se pueda producir por las altas pendientes donde se implantan o por la acción misma del tránsito; por lo cual se hace necesario implementar en los extremos de la estructura, dentellones con placas de transición. Elementos que se incluyen en todos los tipos que se mencionarán a continuación y cuyas dimensiones se deben adaptar principalmente al ancho de placa huella.

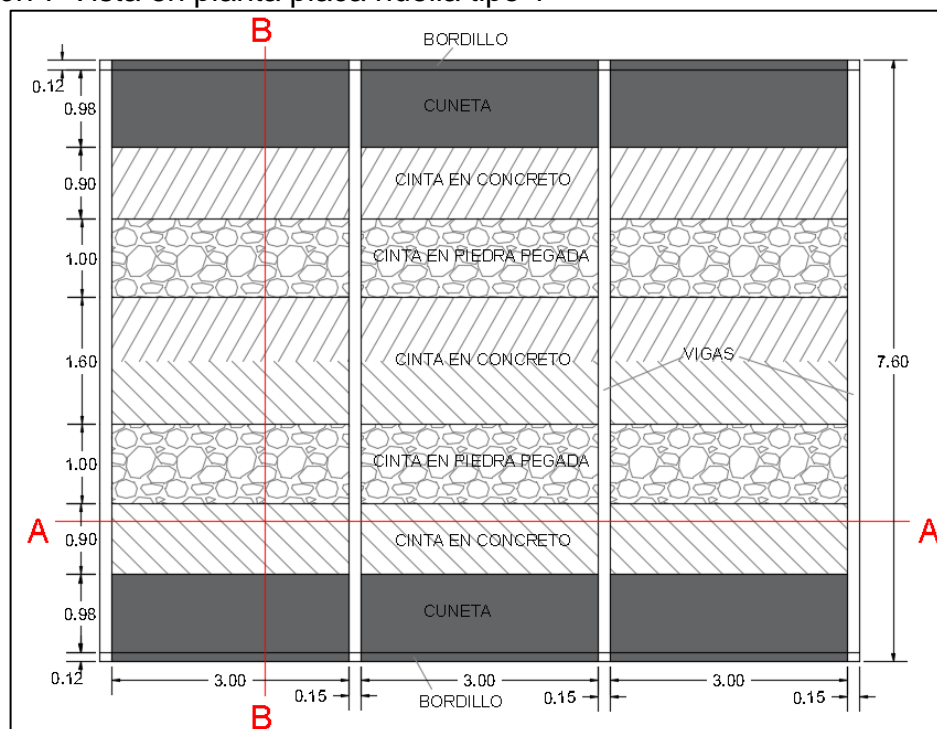
#### **2.1.1.1 Placa huella tipo 1**

**Geometría:** La configuración de este tipo está dada para permitir la circulación de los vehículos en doble sentido. Tiene un ancho de 7.6 metros divididos en 3 franjas de concreto reforzado y dos franjas de concreto ciclópeo; también contiene 2 cunetas con bordillo una en cada costado. El espesor tanto de las losas como de la subbase es de 0.15 metros y la longitud de las losas o secciones es de 3.0 metros, separadas entre sí por vigas de 0.15 metros de ancho y 0.25 metros de



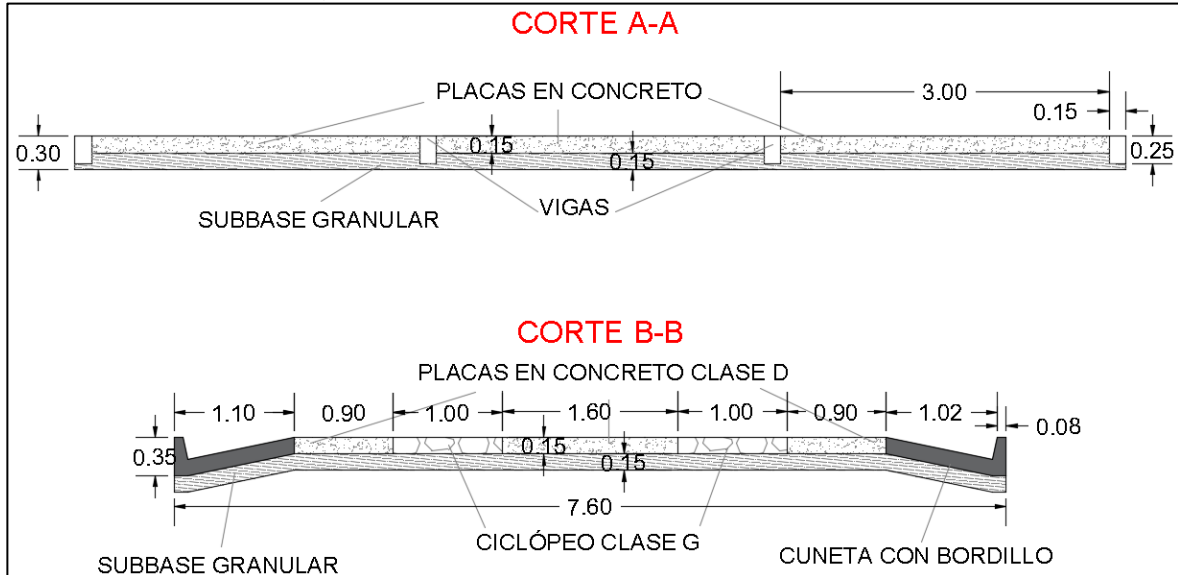
### Materials:

- Ilustración 7 Vista en planta placa huella tipo 1



29

Ilustración 8 Corte longitudinal y transversal placa huella tipo 1



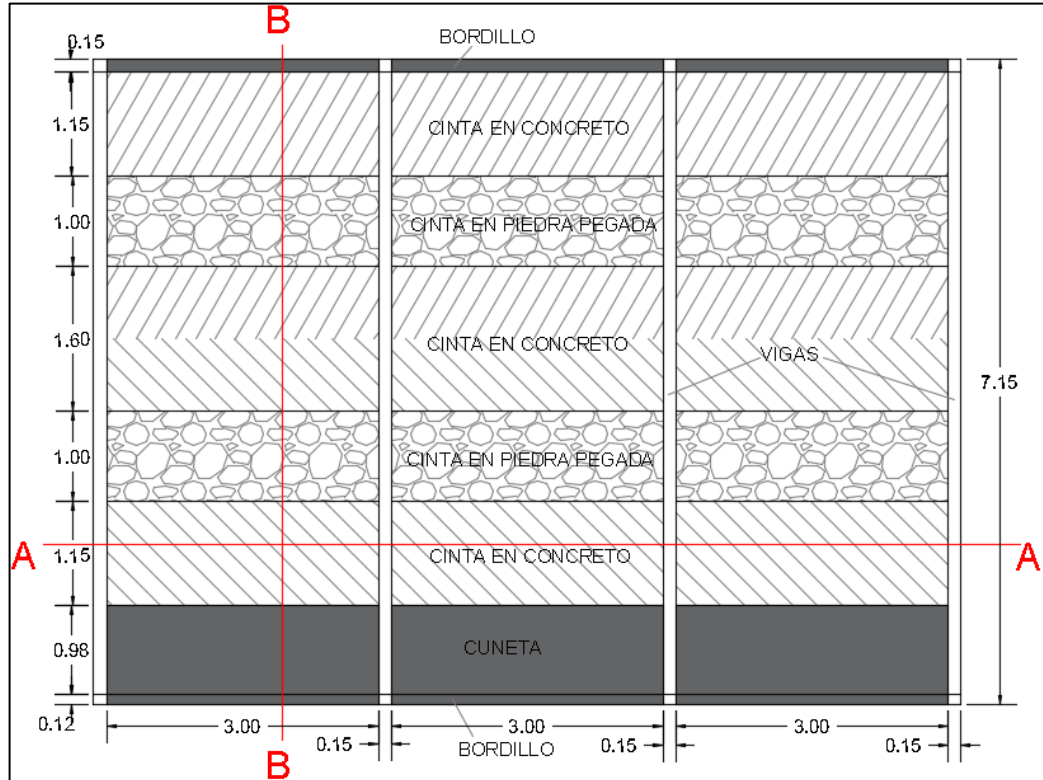
Fuente: Elaboración propia con base en el Proyecto Tipo “Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella” del Departamento Nacional de Planeación – DNP.

**2.1.1.2 Placa huella tipo 2.** La configuración de este tipo de placa huella también permite la circulación de los vehículos en doble sentido. De este tipo se tienen dos casos distintos de configuración, caso A y caso B, los cuales se diferencian en su ancho por las siguientes razones:

**2.1.1.2.1 Caso A.** Tiene un ancho de 7.15 metros divididos en 3 franjas de concreto reforzado y dos franjas de concreto ciclópeo; también contiene 1 cuneta con bordillo en uno de sus costados. El espesor tanto de las losas como de la subbase es de 0.15 metros y la longitud de las losas o secciones es de 3.0 metros, separadas entre sí por vigas de 0.15 metros de ancho y 0.25 metros de alto a lo largo de toda la sección transversal. Las dimensiones se pueden apreciar en la vista en planta y cortes longitudinales y transversales de las ilustraciones 9 y 10 respectivamente.

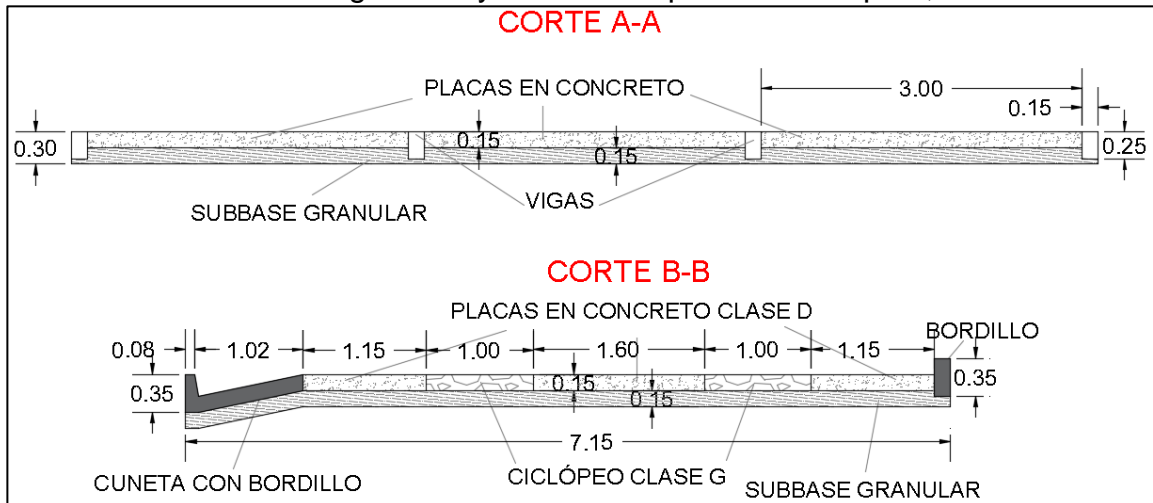
**Materiales:** Todos los materiales que se usan con este tipo, concretos, refuerzos, etc, son los mismos que se relacionan con el tipo 1 de placa huella.

Ilustración 9 Vista en planta placa huella tipo 2, caso A



Fuente: Elaboración propia con base en el Proyecto Tipo “Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella” del Departamento Nacional de Planeación – DNP.

Ilustración 10 Cortes longitudinal y transversal placa huella tipo 2, caso A

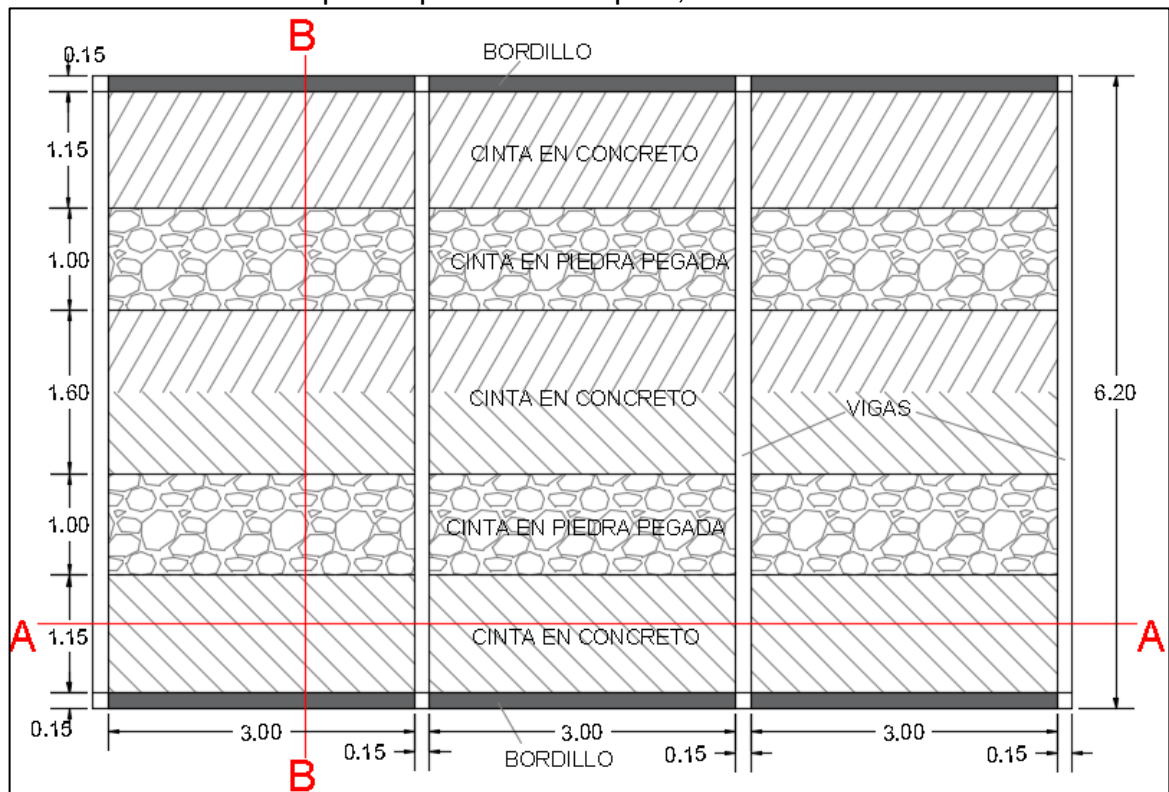


Fuente: Elaboración propia con base en el Proyecto Tipo “Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella” del Departamento Nacional de Planeación – DNP.

**2.1.1.2.2 Caso B.** La principal diferencia con el caso A, es que esta no presenta cunetas en ningún costado, por lo que su ancho es de 6.20 metros, divididos igualmente en 3 franjas de concreto reforzado y dos franjas de concreto ciclópeo. También, los espesores tanto de las losas como de la subbase es de 0.15 metros y la longitud de las losas o secciones es de 3.0 metros, separadas entre sí por vigas de 0.15 metros de ancho y 0.25 metros de alto a lo largo de toda la sección transversal. Las dimensiones se pueden apreciar en la vista en planta y cortes longitudinales y transversales de las ilustraciones 11 y 12 respectivamente.

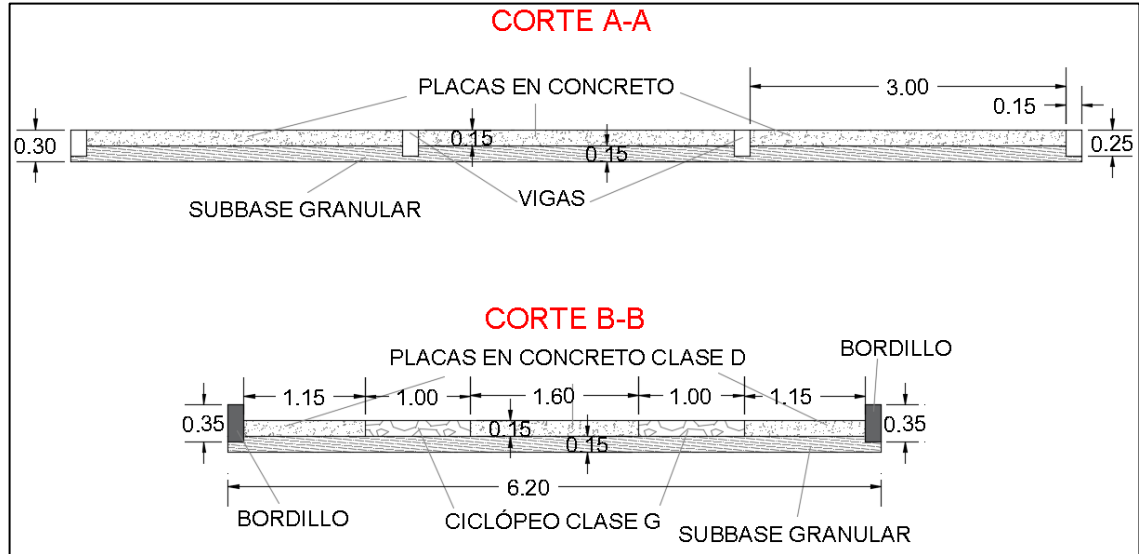
**Materiales:** Todos los materiales que se usan con este tipo, concretos, refuerzos, etc, son los mismos que se relacionan con el tipo 1 de placa huella.

Ilustración 11 Vista en planta placa huella tipo 2, caso B



Fuente: Elaboración propia con base en el Proyecto Tipo “Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella” del Departamento Nacional de Planeación – DNP.

Ilustración 12 Cortes longitudinal y transversal placa huella tipo 2, caso B



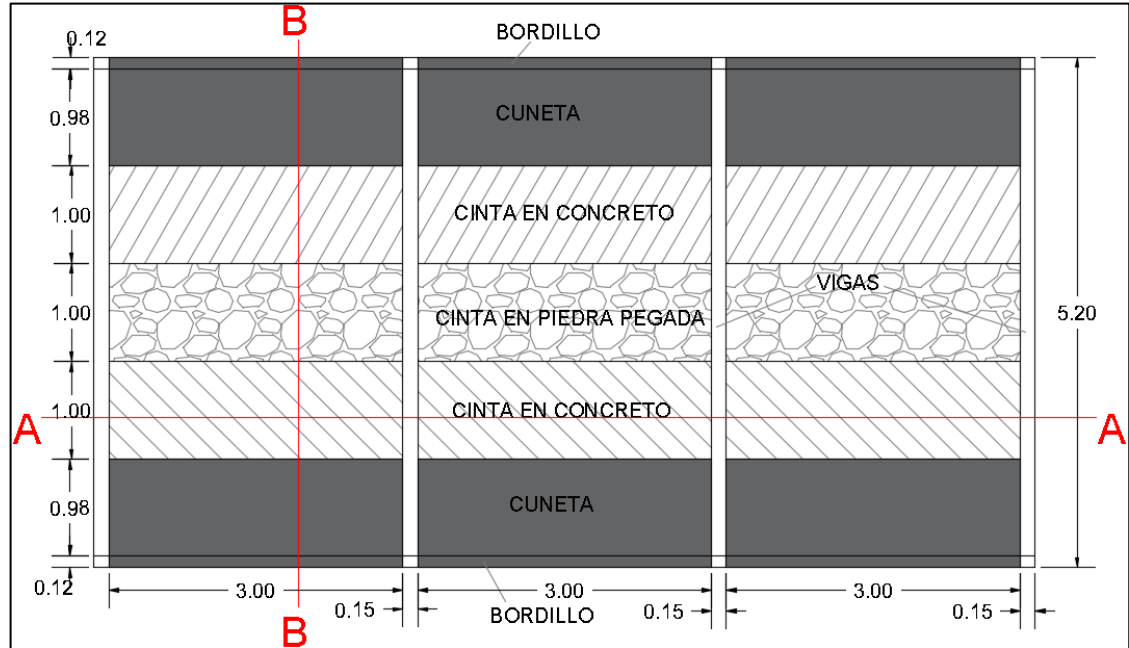
Fuente: Elaboración propia con base en el Proyecto Tipo “Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella” del Departamento Nacional de Planeación – DNP.

### 2.1.1.3 Placa huella tipo 3

**Geometría:** La configuración de este tipo solo permite la circulación de los vehículos en un solo sentido. Tiene un ancho de 5.2 metros divididos en dos franjas de concreto reforzado y una franja de concreto ciclópeo; también contiene 2 cunetas con bordillo una en cada costado. Igual que con los tipos anteriores, el espesor tanto de las losas como de la subbase es de 0.15 metros y la longitud de las losas o secciones es de 3.0 metros, separadas entre sí por vigas de 0.15 metros de ancho y 0.25 metros de alto a lo largo de toda la sección transversal. Las dimensiones se pueden apreciar en la vista en planta y cortes longitudinales y transversales de las ilustraciones 13 y 14 respectivamente.

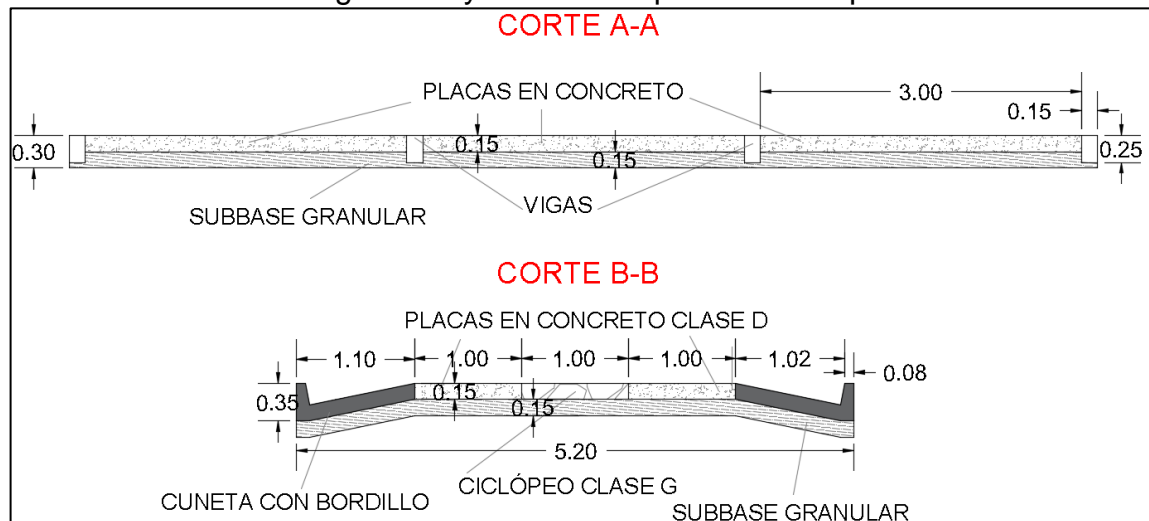
**Materiales:** Todos los materiales que se usan con este tipo, concretos, refuerzos, etc, son los mismos que se relacionan con el tipo 1 de placa huella.

Ilustración 13 Vista en planta placa huella tipo 3



Fuente: Elaboración propia con base en el Proyecto Tipo “Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella” del Departamento Nacional de Planeación – DNP.

Ilustración 14 Cortes longitudinal y transversal placa huella tipo 3



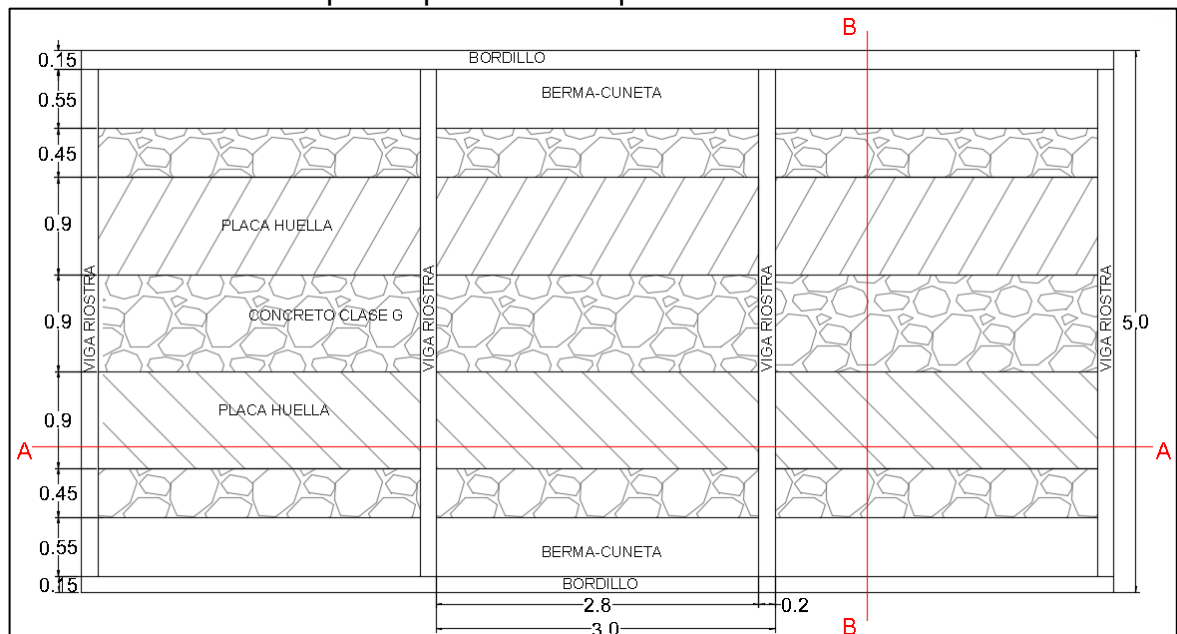
Fuente: Elaboración propia con base en el Proyecto Tipo “Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella” del Departamento Nacional de Planeación – DNP.

**2.1.1.4 Placa huella tipo 4.** Este tipo corresponde al establecido por la guía de diseño de placa huella del INVIAS.

**Geometría:** La configuración de este tipo solo permite la circulación de los vehículos en un solo sentido. Tiene un ancho de 5.0 metros divididos en dos franjas de concreto reforzado y tres franjas de concreto ciclópeo; también contiene 2 cunetas con bordillo una en cada costado. Igual que con los tipos anteriores, el espesor tanto de las losas como de la subbase es de 0.15 metros y la longitud de las losas o secciones es de 2.8 metros, separadas entre sí por vigas de 0.20 metros de ancho y 0.30 metros de alto a lo largo de toda la sección transversal. Las dimensiones se pueden apreciar en la vista en planta y cortes longitudinales y transversales de las ilustraciones 15 y 16 respectivamente.

**Materiales:** Todos los materiales que se usan con este tipo, concretos, refuerzos, etc, son los mismos que se relacionan con el tipo 1 de placa huella

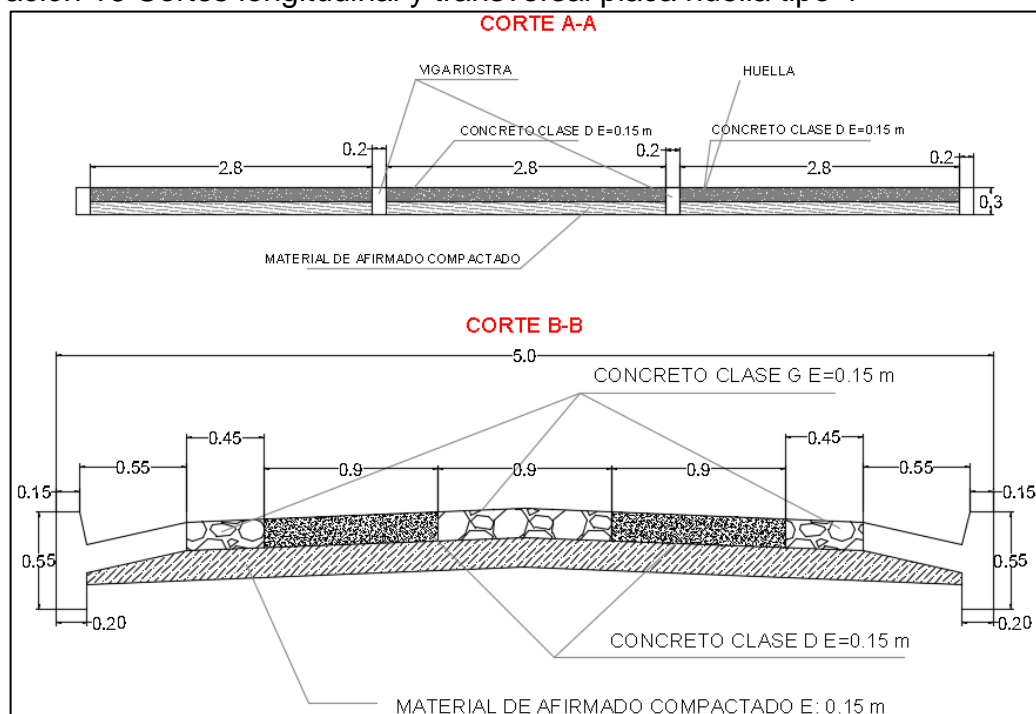
Ilustración 15 Vista en planta placa huella tipo 4



Fuente: Elaboración Propia con base en la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella, del Ministerio de Transporte y el INVIAS.



Ilustración 16 Cortes longitudinal y transversal placa huella tipo 4



Fuente: Elaboración Propia con base en la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella, del Ministerio de Transporte y el INVIAS.

**2.1.2 Comparación entre los tipos de placa huella.** A continuación se relacionan y comparan las principales características de los diferentes tipos de placa huella mencionados anteriormente.

Ilustración 17 Comparación tipos de placa huella tipo.

PLACA HUELLA	CIRCULACIÓN	ANCHO (m)	LONGITUD SECCIONES (m)	FRANJAS DE CONCRETO	FRANJAS DE CICLOPEO	CUNETAS	ANCHO CUNETAS CON BORDILLO (m)	ESPESOR LOSAS (m)	ESPESOR SUBBASE (m)	ANCHO VIGAS (m)	ALTO VIGAS (m)
TIPO 1	2 SENTIDOS	7,60	3,0	3	2	2	1,1	0,15	0,15	0,15	0,25
TIPO 2	CASO A	2 SENTIDOS	7,15	3,0	3	2	1	1,1	0,15	0,15	0,25
	CASO B	2 SENTIDOS	6,20	3,0	3	2	0	N.A	0,15	0,15	0,25
TIPO 3	1 SENTIDO	5,20	3,0	2	1	2	1,1	0,15	0,15	0,15	0,25
TIPO 4	1 SENTIDO	5,00	2,8	2	3	2	0,7	0,15	0,15	0,20	0,30

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Elaboración Propia



## 2.2 PUENTES

Un puente es una obra de ingeniería que se construye ante la presencia y su necesidad de sortearlo de un accidente geográfico como un río, un cañón, un valle, una carretera, un camino, una vía férrea, un cuerpo de agua o cualquier otro obstáculo físico. El diseño y tipo de cada puente es variado dependiendo de su función y de la naturaleza del terreno sobre el que se construye.

**2.2.1 Elementos que componen el puente.** Los componentes principales de una estructura de puente son:

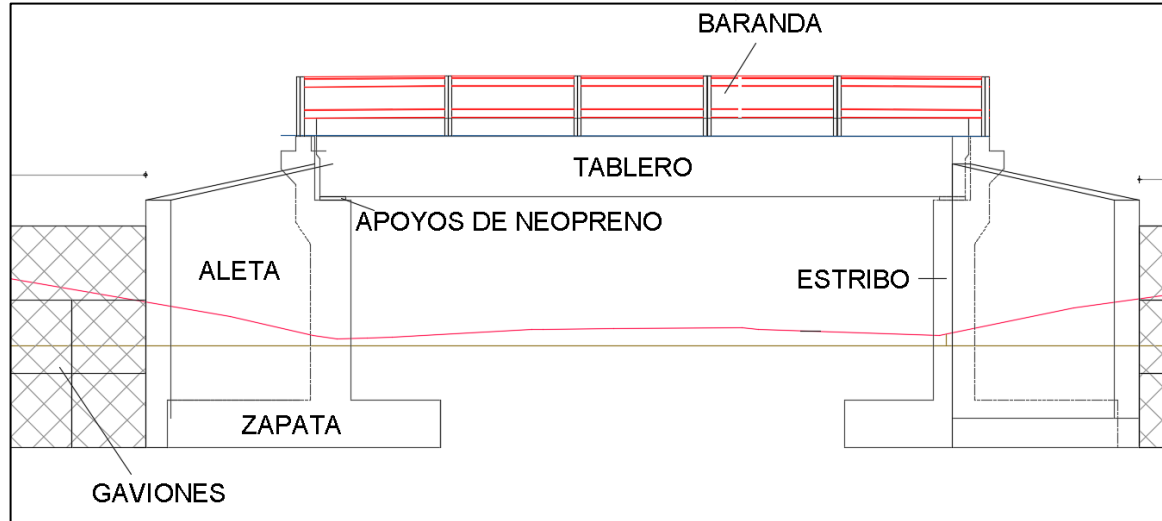
**2.2.1.1 La subestructura.** Conformada por los componentes estructurales que soportan el tramo horizontal, los componentes más importantes son:

- **Pilares:** Son elementos de apoyo intermedios los cuales conducen los esfuerzos de la superestructura hacia las fundaciones, están diseñados para resistir presiones hidráulicas, cargas de viento, cargas de impacto, etc. Pueden ser de concreto o acero.
- **Estribos:** Son los que proveen soporte a la superestructura, establecen la conexión entre la superestructura y el terraplén, son diseñados para soportar la carga de la superestructura la cual es transmitida por medio de los elementos de apoyo, el peso de la losa de transición y las presiones del suelo (empuje de tierras).

Los estribos están conformados por una losa de fundación que transmite el peso de los estribos directamente al suelo, la losa sirve de cubierta para un sistema de pilotes que soportan la carga, el muro frontal, asiento del puente, los estribos también poseen juntas de dilatación o expansión que ajustan los desplazamientos de la superestructura.

- **Fundaciones:** Se encuentran bajo el terreno de la superficie son encargados de transmitir toda la carga al suelo, al absorber dicha carga el suelo se contracciona dando origen a los asentamientos.

Ilustración 18 Componentes de un puente, vista longitudinal

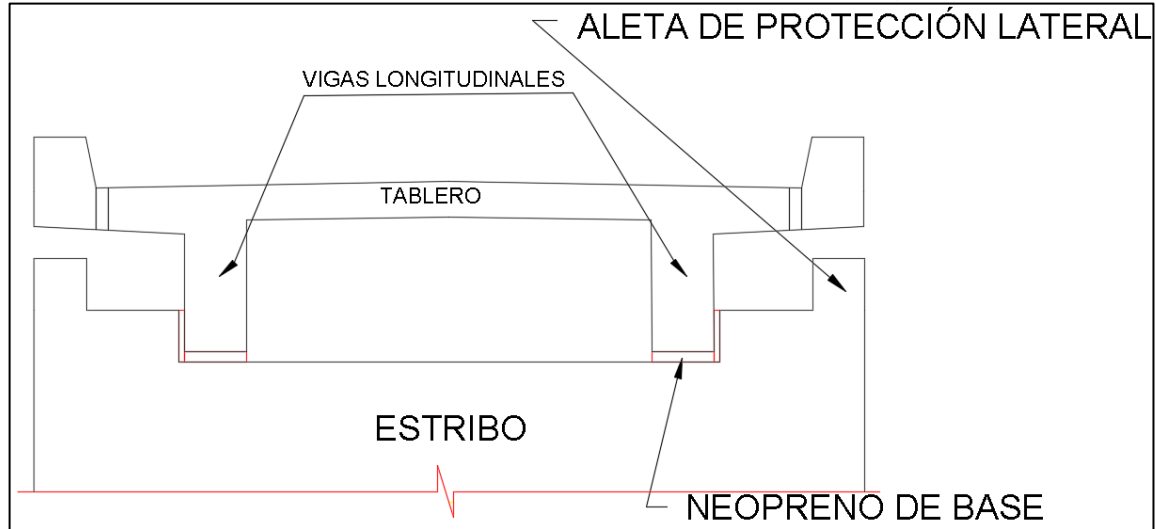


Fuente: Ing. Diego A. Montoya M. Planta general. Togüí. 2015. Plano 1 de 5; 707mm x 500 mm.

**2.2.1.2 La superestructura.** Son los componentes estructurales del puente que conforman el tramo horizontal, de los diferentes tipos de puentes.

- **Tablero:** Es el componente, con o sin superficie de rodamiento, que soporta las cargas de rueda en forma directa y es soportado por otros componentes.
- **Estructura Portante (vigas):** Es el componente estructural que soporta al tablero y se apoya en sus extremos con la subestructura, es decir transmite las cargas procedentes del tablero a los estribos y/o pilas.
- **Accesorios del tablero:** Son elementos que sirven para dar funcionalidad al puente y seguridad tanto a los vehículos como a los peatones: cordón barrera, barandas, barrera, etc.

Ilustración 19 Tablero y estructura portante de un puente tipo viga

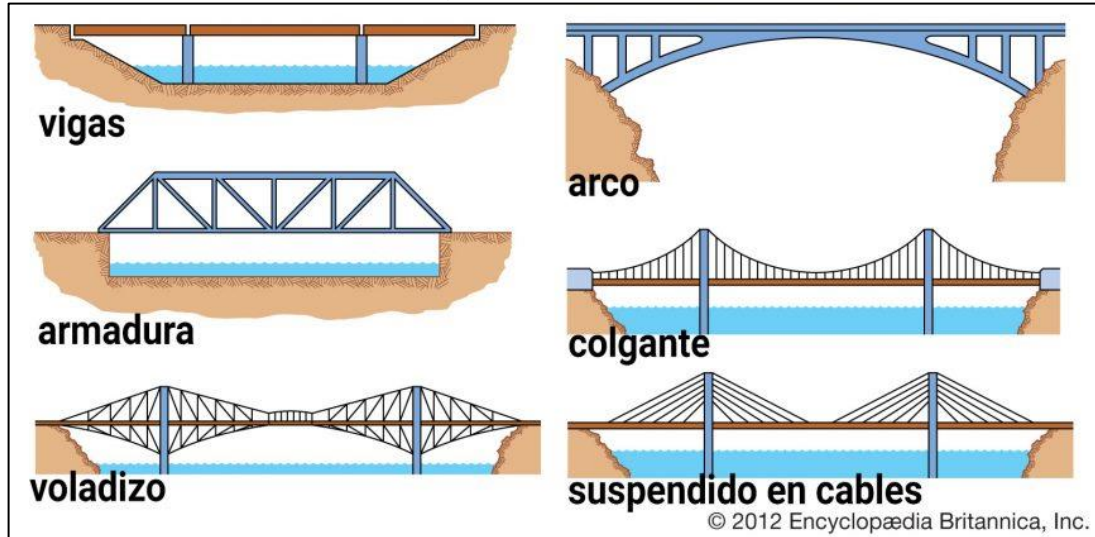


Fuente: Ing. Diego A. Montoya M. Planta general. Togüí. 2015. Plano 3 de 5; 707mm x 500 mm.

**2.2.2 Tipos de puentes.** Los puentes se pueden clasificar según las siguientes características:

- Por el servicio que prestan: Acueductos, viaductos, peatonales.
- Por el material de la superestructura: Madera, concreto armado, concreto presforzado, acero, concreto-acero.
- Por el tipo estructural: Losa, losa-viga, cajón, aporticados, arco, atirantado, colgante.
- Según el tipo de apoyo: Isostáticos, hiperestáticos.
- Por su trazo geométrico: Recto, oblicuo, curvo

Ilustración 20 Clase de puente según el tipo estructural



Fuente: De Ccocoa - Trabajo propio, Tipos de puentes que existen y sus características. Disponible en internet en <http://ccocoa.com/wp-content/uploads/2018/01/tipopuentes-862x423.jpg>

## 2.3 DRENAJE EN VÍAS

La definición más general de este proceso es la remoción natural o artificial del agua superficial y subsuperficial de un área determinada.

Partiendo de la base y del conocimiento que se tiene en cuanto a que es el agua el elemento que más deteriora las vías tanto pavimentadas como no; se hace necesario la implementación de sistemas de drenaje para cualquier tipo de vía de cualquier orden o importancia; intervenida o no con algún sistema de pavimento.

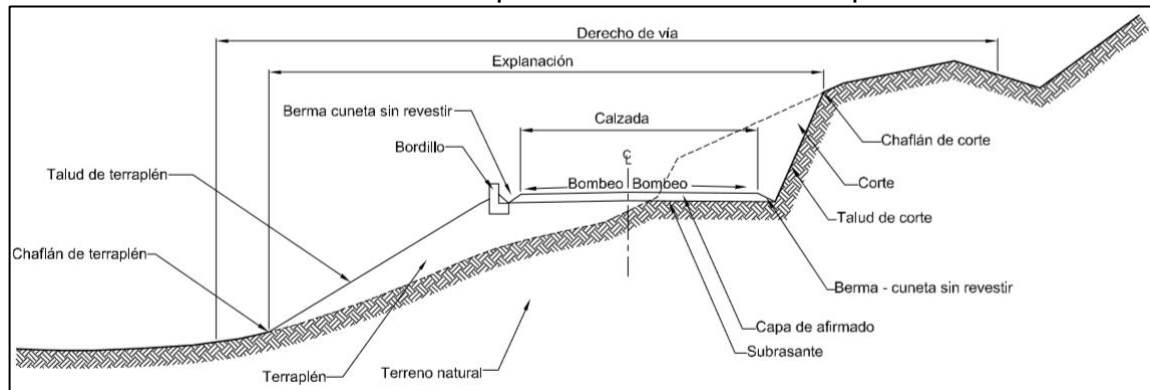
**2.3.1 Corona.** Se debe conocer primero la composición transversal de una vía, en este caso de una vía sin pavimentar, ya que es la corona el elemento del cual se desea evitar su afectación con el agua, bien sea por acción superficial o subsuperficial.

“La corona, también llamada plataforma, es la superficie visible de una carretera, formada por su(s) calzada(s), bermas y sobreebanchos, así como el separador central o mediana, en caso de que este último forme parte de la sección transversal típica.”<sup>3</sup>

<sup>3</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual De Drenaje Para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 3-1

“Casos especiales de corona son los de las carreteras unidireccionales con calzadas completamente independientes y los de las vías sin pavimentar. En el primero, la carretera tendrá dos coronas independientes, mientras que en el segundo, la calzada, las bermas y los sobreeanchos configuran un todo no diferenciable a simple vista.”<sup>4</sup>

Ilustración 21 Sección transversal típica de una carretera no pavimentada



Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual de Drenaje para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 3-4.

### 2.3.2 Problemas en los pavimentos causados por el agua y la falta de drenaje<sup>5</sup>

- Incremento de la presión de poros reduce la fricción interna y la resistencia al corte de los suelos.
- Generación de movimientos diferenciales en suelos expansivos.
- Erosión y bombeo en las capas de soporte de los pavimentos rígidos.
- Desprendimiento del ligante que rodea los agregados pétreos en las mezclas y tratamientos asfálticos.
- Se afecta la seguridad de los usuarios en instantes de lluvia, debido a la posibilidad de salpicaduras e hidroplaneo.

<sup>4</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual De Drenaje Para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 3-1

<sup>5</sup> FERNANDO SANCHEZ SABOGAL. CURSO BÁSICO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS. Módulo 5. Consideraciones sobre el drenaje en los pavimentos.

El agua que afecta un pavimento puede provenir de distintas partes aledañas a este, entre las que encontramos:

- Infiltración a través de la superficie del pavimento.
- Infiltración lateral desde los costados.
- Filtración desde terrenos más altos o taludes.
- Humedad por la evaporación del agua en el nivel freático.
- Efecto de capilaridad desde el nivel freático.

**2.3.3 Obras de drenaje.** Las obras de drenaje son estructuras diseñadas para la captación, conducción, control y evacuación de las aguas en una vía y así evitar el daño que esta pueda causar.

**Objetivos de las obras de drenaje:**

- Evacuar lo más rápido posible el agua que se llegue a acumular en la vía.
- Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia la vía.
- Evitar que el agua provoque daños estructurales en la vía.

Es así como la serviciabilidad y la vida útil de una vía, dependerá e ampliamente de la construcción de obras de drenaje; que pueden ser superficiales o subsuperficiales.

**2.3.3.1 Drenaje superficial.** Conjunto de obras destinadas a la recogida de las aguas pluviales superficiales, su canalización y evacuación a los cauces naturales, sistemas de alcantarillado o a la capa freática del terreno.

Son obras que actúan directamente sobre la carretera y las obras para el control de erosión de taludes que resultan ser muy importantes en la estabilidad de la vía. Las obras de drenaje superficial que trabajan directamente sobre la vía se consideran como longitudinales o transversales, según la posición que estas guarden con respecto al eje de la vía.

**2.3.3.1.1 Cunetas<sup>6</sup>.** Las cunetas son estructuras de drenaje que captan las aguas de escorrentía superficial proveniente de la plataforma de la vía y de los taludes de corte, conduciéndolas longitudinalmente hasta asegurar su adecuada disposición. Las cunetas construidas en zonas en terraplén protegen también los bordes de la berma y los taludes del terraplén de la erosión causada por el agua lluvia, además de servir, en muchas ocasiones, para continuar las cunetas de corte hasta una corriente natural, en la cual entregar.

Para las cunetas en zonas de corte, los puntos de disposición son cajas colectoras de alcantarillas y salidas laterales al terreno natural en un cambio de corte a terraplén. En las cunetas en terraplén, las aguas se disponen al terreno natural mediante bajantes o alivios y en las cunetas de un separador central<sup>8</sup> las aguas también son conducidas a la caja colectora de una alcantarilla.

Las cunetas se deben localizar esencialmente en todos los cortes, en aquellos terraplenes susceptibles a la erosión y en toda margen interna de un separador que reciba las aguas lluvias de las calzadas.

Las abscisas en las cuales se deben ubicar cunetas y puntos de desagüe deben ser obtenidas a partir del análisis de los perfiles de la vía (con sus líneas de chaflán de corte y de relleno) y del diagrama de peraltes en donde se indica el sentido del bombeo (pendiente transversal) para el caso de dobles calzadas.

**Tipos de secciones de cunetas:** Estas pueden tener diferentes formas en su sección trasversal, entre las que se encuentran las trapezoidales, triangulares, rectangulares y parabólicas; siendo estas últimas las más recomendadas para la seguridad de los usuarios de la vía, pero presentan dificultades constructivas y de baja capacidad hidráulica.

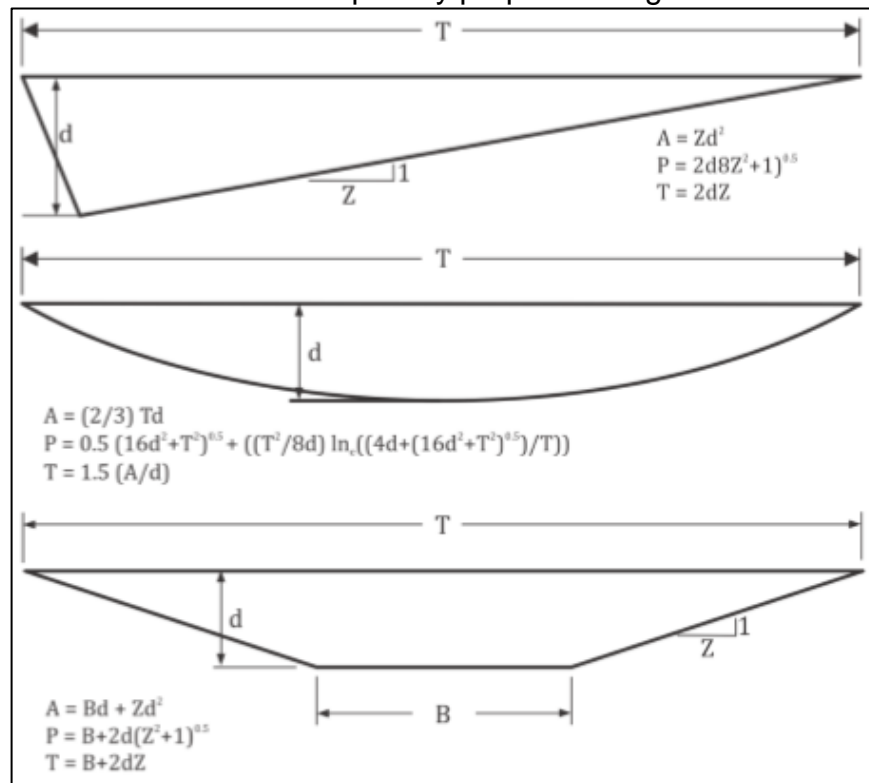
Las cunetas de sección triangular son las más comunes por su facilidad de construcción y capacidad hidráulica, sin embargo se debe tener cuidado con la profundidad de esta, ya que entre más profunda la cuneta de este tipo, más peligrosa para el usuario de la vía, ya que un vehículo que accidentalmente circule por este elemento, podría fácilmente perder el control y accidentarse.

---

<sup>6</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual De Drenaje Para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 4-17

Las cunetas de tipo trapezoidal o rectangular son las menos recomendadas por su falta de seguridad con los vehículos, pero si es inevitable su utilización, esta se debe hacer con sistemas de protección como guardaruedas o bordillo y así evitar que los vehículos caigan allí; o bien, se puede utilizar, rejillas de acero o concreto en su superficie, al mismo nivel de la calzada.

Ilustración 22 Secciones cunetas típicas y propiedades geométricas



Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual De Drenaje Para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 4-20.

**2.3.3.2 Drenaje subsuperficial.** Elemento de drenaje subterráneo o interno que se construyen con el fin de abatir el nivel freático, eliminar aguas de filtración lateral o a través del pavimento y derivar fuentes de agua situadas debajo de la Subrasante. Estas acciones benefician a la estructura del pavimento en cuanto a que facilitan la ejecución de las explanaciones, aumentan la capacidad portante de la Subrasante, previenen la erosión interna y bombeo y contribuyen en la estabilidad de la estructura y de los taludes.

**2.3.3.2.1 Efectos adversos del agua subsuperficial.** El agua subsuperficial no controlada causa innumerables fallas y problemas en la operación de las



carreteras. De manera general, su efecto adverso se puede manifestar de dos maneras: (i) generando la inestabilidad de taludes naturales o artificiales y (ii) produciendo deterioros en los pavimentos.<sup>7</sup>

#### **2.3.3.2.2 Tipos de drenaje subsuperficial**

- Elementos para controlar la infiltración: Sirven para interceptar y remover el agua que ingresa en la corona debido a la precipitación o al flujo superficial.
- Elementos para controlar el agua subterránea: Tienen como propósito abatir el nivel freático y reducir el movimiento de agua en las subrasantes y las capas del pavimento.

El drenaje subsuperficial se clasifica así:

##### **➤ Drenes longitudinales<sup>8</sup>**

Como lo indica su nombre, un dren longitudinal se coloca en una dirección esencialmente paralela al eje de la carretera tanto horizontal como verticalmente. Está constituido por una zanja de cierta profundidad, un filtro protector de alguna clase y, eventualmente, un tubo colector.

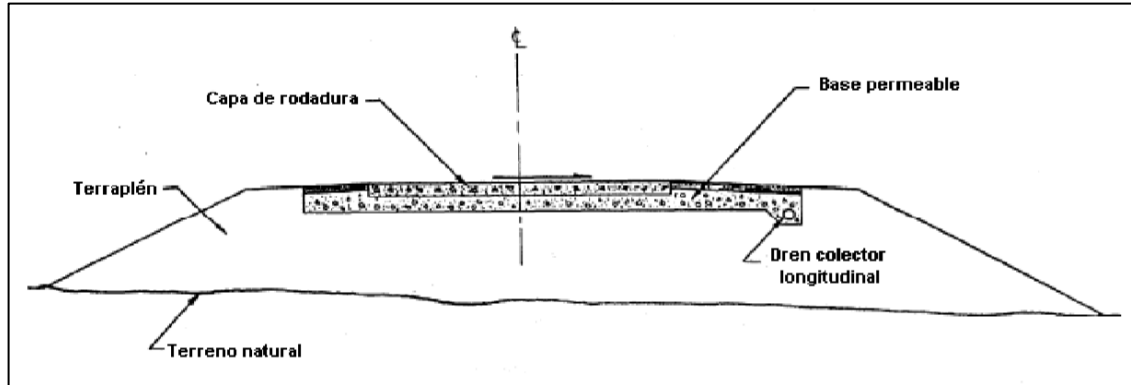
Cuando se instalan para contribuir específicamente en la evacuación del agua que se infiltra en el pavimento, se llaman drenes laterales de base o drenes colectores longitudinales (ver ilustración 24). Cuando se usan para cortar la filtración en taludes o abatir el nivel freático se conocen como drenes interceptores longitudinales o, simplemente, como drenes longitudinales (ver ilustración 25).

---

<sup>7</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual de Drenaje para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 5-6

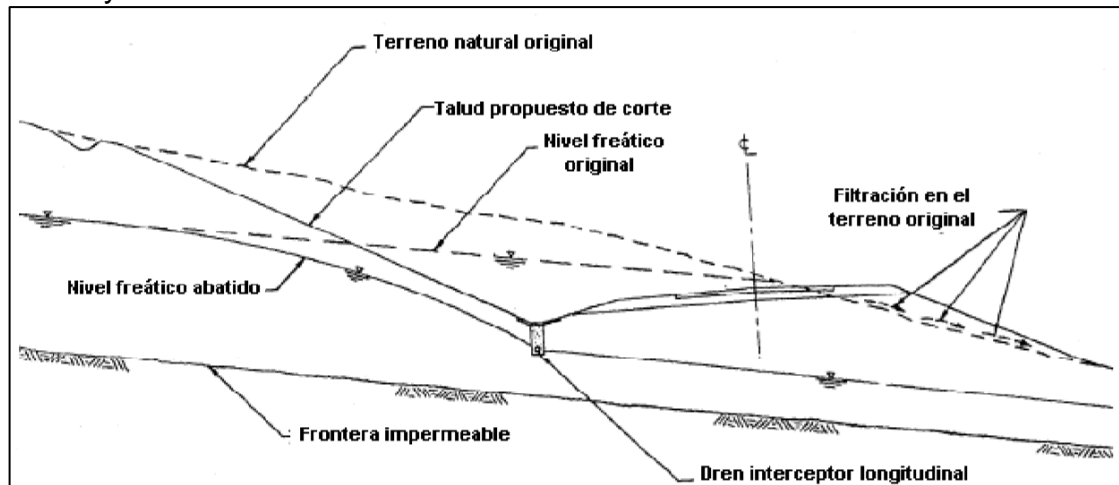
<sup>8</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual de Drenaje para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 5-8

Ilustración 23 Esquema de dren colector longitudinal



Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual de Drenaje para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 5-9.

Ilustración 24 Esquema de dren interceptor longitudinal usado para cortar la filtración y abatir el nivel freático



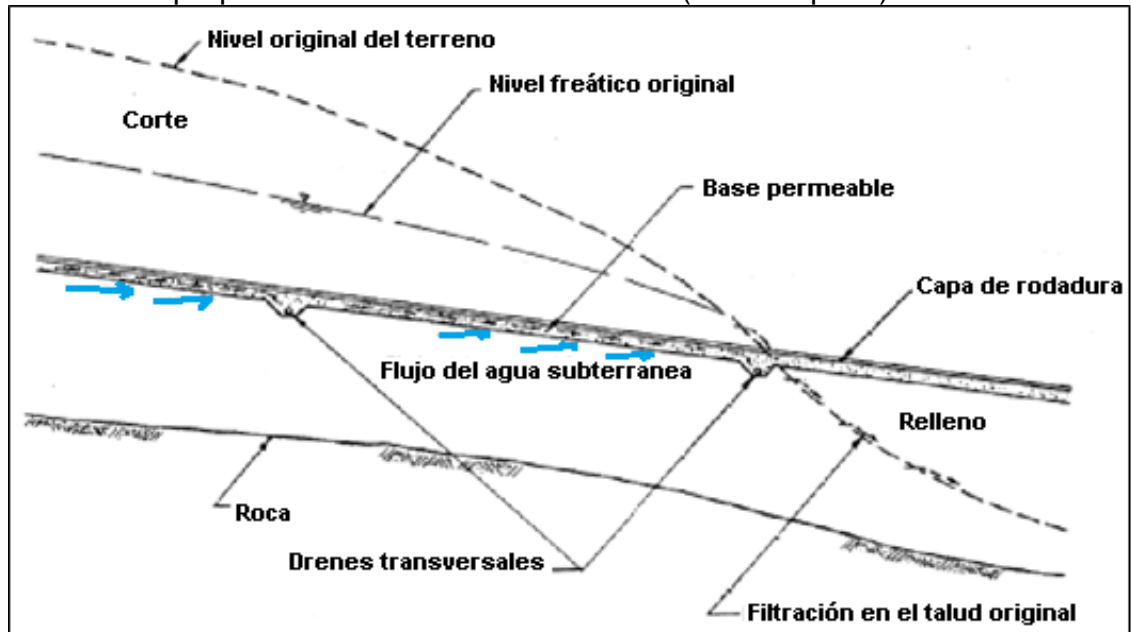
Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual de Drenaje para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 5-9.

### ➤ Drenes transversales

Los drenes subsuperficiales que atraviesan la carretera de un lado a otro, se clasifican como transversales. Casi siempre efectúan el cruce en sentido perpendicular, aunque a veces lo hacen de manera sesgada o, inclusive, en forma de espina de pescado. La constitución de un dren transversal es similar a la de un dren longitudinal: zanja, eventual tubería colectora y filtro protector<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual de Drenaje para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 5-11

Ilustración 25 Drenes interceptores transversales en carretera en corte con alineamiento perpendicular al contorno existente (vista de perfil).



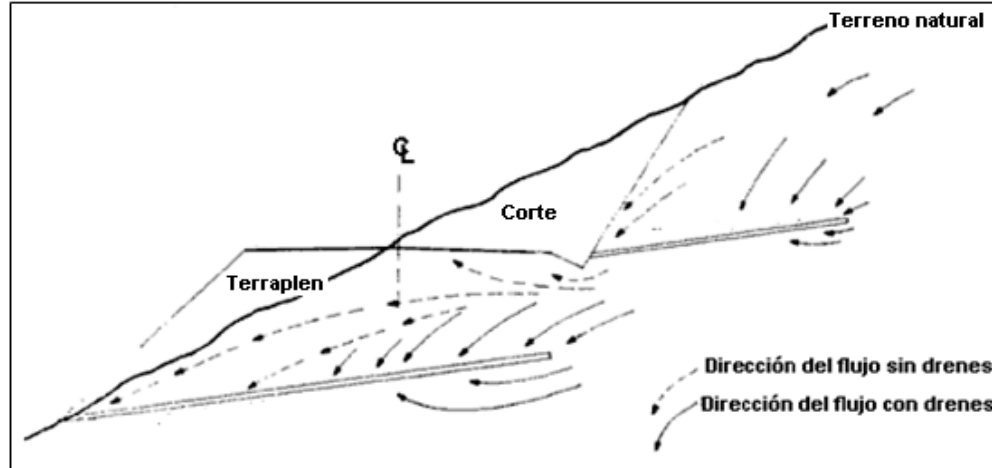
Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual de Drenaje para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 5-11.

### ➤ Drenes horizontales

Los drenes horizontales, también conocidos como drenes subhorizontales o de penetración, están constituidos por tuberías de poco diámetro con pequeñas perforaciones o ranuras, las cuales se instalan con una ligera inclinación ascendente en los taludes de cortes o terraplenes para drenar aguas internas y aliviar presiones de poros, lo que trae como consecuencia un incremento en su estabilidad. Una de las ventajas de los drenes horizontales es su posibilidad de drenar el agua y/o abatir las presiones de poros a profundidades inaccesibles para otros elementos de subdrenaje más convencionales.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual de Drenaje para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 5-12

Ilustración 26 Drenes horizontales en un corte a media ladera



Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual De Drenaje Para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009. p. 5-12.

## 2.4 PROCESO CONSTRUCTIVO

Toda obra de infraestructura que el hombre realiza para satisfacer necesidades básicas en diferentes áreas como vivienda, obras civiles o viales, deben ejecutarse siguiendo un proceso previamente establecido, de acuerdo a diferentes normas y técnicas aplicables según el caso. Es así como un Proceso Constructivo define los distintos procesos, sistemas y métodos que hayan a lugar para llevar a cabo determinado proyecto; esto siguiendo en lo posible un conjunto ordenado actividades, que pueden ser basadas en la experiencia y/o en los conocimientos técnicos de los actores que intervengan. Todo esto con la finalidad de obtener construcciones u obras que cumplan con diversas características de diseño, seguridad, utilidad, economía, vida útil, etc.

La siguiente información se extrae principalmente de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, en la norma que aplique para cada actividad; así mismo, algunos aspectos derivan de información obtenida del Proyecto Tipo "Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella" del Departamento Nacional de Planeación – DNP.

**2.4.1 Proceso constructivo placa huella.** Antes que nada se debe aclarar que el proceso constructivo de un Pavimento con Placa Huella varía sustancialmente de acuerdo al tipo de placa huella que se vaya a implementar; ya que no todos estos tipos incluyen dentro de sus componentes sistemas de drenaje, sobre anchos, curvas horizontales, etc; así mismo depende también del tipo de terreno,

determinando si se requiere o no de mejoramiento de Subrasante o la utilización de varias capas de base o subbase.

El Proceso constructivo también se limita de acuerdo a las actividades plasmadas en el presupuesto y deben ser acordes con el tipo de obra a realizar y el alcance de la misma.

De manera particular para el tipo de placa huella contemplada en la ejecución del proyecto objeto del presente trabajo de grado, se determina el siguiente proceso constructivo:

➤ **Localización y replanteo topográfico**

Este trabajo consiste en la materialización, por única vez, del eje de construcción y las estacas de chaflanes de acuerdo con los planos de diseño previo al inicio a los trabajos de construcción. Antes de esto se debe revisar sobre planos los elementos de diseño geométrico y verificar los equipos de medición.

El procedimiento consiste en la materialización del eje del proyecto cada cinco metros a partir de las coordenadas de diseño mediante la utilización de una estación electrónica con aproximación al segundo; se chequeará mediante poligonales de cierre la aproximación de la localización, la cual debe ser mayor a 1:20.000.

Así mismo se nivelará el eje, para obtener el perfil inicial del proyecto para el control de obra y se materializará mediante estacas las cotas de chaflanes de acuerdo con las carteras de diseño, dejando testigos para posibles replanteos de control.

➤ **Excavación de cortes y canales sin clasificar incluye acarreo libre.<sup>11</sup>**

Esta excavación se hace para conformar una superficie regular y adecuada para la placa huella.

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del Interventor, de los trabajos de localización, desmonte, limpieza y demoliciones, así

---

<sup>11</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 210-13. 2013

como los de remoción de especies vegetales, cercas de alambre y demás obstáculos que afecten la ejecución de las obras del proyecto.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües y descoles de cunetas y construcción de filtros. La excavación de la explanación se deberá ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Interventor.

Al terminar los trabajos de excavación, el Constructor deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con lo que establezca el plan ambiental y las indicaciones del Interventor.

#### ➤ **Conformación compactación de subrasante**

Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la subrasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final, de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

Los materiales disgregados y los de adición, se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada y, previa la eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere, se compactarán hasta obtener los niveles de densidad establecidos para la corona del terraplén.

#### ➤ **Suministro, extendida y compactación de material seleccionado para base granular<sup>12</sup>**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor.

---

<sup>12</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 330-13. 2013

**Preparación de la superficie existente:** El Interventor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual se debe asentar tenga la compactación apropiada y las cotas y secciones indicadas en los planos o definidas por él, con las tolerancias establecidas. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

**Extensión y conformación del material:** El material se deberá disponer en un cordón de sección uniforme donde el Interventor verificará su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Éste, después de humedecido o aireado, se extenderá en todo el ancho previsto en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y el grado de compactación exigidos.

En todo caso, la cantidad de material extendido deberá ser tal, que el espesor de la capa compactada no resulte inferior a cien milímetros (100 mm) ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor de base compactada por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se deberá colocar en dos o más capas, procurándose que el espesor de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a cien milímetros (100 mm). El material extendido deberá mostrar una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes.

**Compactación:** Una vez que el material extendido de la base granular tenga la humedad apropiada, se conformará ajustándose a los alineamientos del proyecto y se compactará con el equipo aprobado por el Interventor, hasta alcanzar la densidad seca especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en tal forma que la densidad seca que se alcance no sea inferior a la obtenida en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador.

**Conservación:** El Constructor deberá conservar la capa de base granular en las condiciones en las cuales le fue aceptada por el Interventor, hasta el momento de ser recubierta por la capa inmediatamente superior.

➤ **Excavación manual en material común**

Este trabajo consiste en la excavación necesaria para la fundación de las diferentes estructuras a las cuales se refiere el proyecto, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Interventor. Estas estructuras son las vigas riostras que llevan la placa huella, tanto la tipo 1 como la tipo 2, además de las vigas de inicio y final y el dentellón. Así mismo, la excavación en material conglomerado para las estructuras de la alcantarilla.

Antes de comenzar los trabajos de excavación, se deberán contemplar los trabajos previos de suministro e instalación de material. Así como los trabajos que requieran labores previas, tales como el desvío de corrientes de agua.

Los bordes exteriores de las excavaciones deberán delimitarse perfectamente. En las proximidades de toda excavación destinada a fundar estructuras, se colocará una estaca de referencia de altitud. Las excavaciones se deberán adelantar de acuerdo con los planos de construcción.

**Excavaciones para estructura de placa huella:** Las excavaciones para la construcción de estructura de placa huella se deberán efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos del Proyecto y las instrucciones del Interventor.

El ancho de las zanjas para la instalación del acero de refuerzo en las vigas de anclaje deberá ser el mínimo que permita en la instalación del concreto tener los recubrimientos mínimos especificados debajo y alrededor de ella. Las paredes de la zanja deberán quedar lo más verticales que sea posible, desde la base hasta la superficie del acero.



➤ **Suministro e instalación de concreto simple de 21 MPa (3000 PSI) para bases y elevaciones.**

Comprende en el suministro e instalación del concreto necesario para la construcción de las cintas huellas, vigas riostras, vigas de inicio y final, dentellones y rampas de acceso.

Además la actividad comprende la construcción del canal de recolección de aguas, los pisos del encole y descole de la alcantarilla y las paredes de la caja de recolección de la alcantarilla.

**Construcción estructuras de la placa huella:** Para la construcción de la placa huella en la superficie previamente acondicionada, el constructor instalará las formaletas de madera o metálicas para garantizar que los elementos queden contruidos con las secciones y espesores indicados.<sup>13</sup>

El constructor deberá suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma a los elementos, de acuerdo con lo mostrado en los planos. Debe poderse ensamblar firmemente las formaletas y tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen deflexiones entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni que se pueda escapar la mezcla.

Se coloca el refuerzo y se verte el concreto hidráulico comenzando por el extremo inferior de la placa huella, avanzando en el sentido ascendente de la misma y verificando que su espesor sea, como mínimo, el señalado en los planos.

Durante la construcción se deberán dejar juntas transversales entre las placas de concreto y las vigas riostras, de igual forma se habrá de disponer de juntas longitudinales entre los tipos de concreto. El concreto hidráulico que se utilice para la placa huella deberá cumplir con lo establecido en los planos y especificaciones técnicas.

El constructor deberá nivelar cuidadosamente las superficies para que la placa huella quede con la forma y dimensiones indicadas en el diseño. Las pequeñas

---

<sup>13</sup> Departamento Nacional de Planeación – DNP. Proyecto Tipo, Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella. 2016.

deficiencias superficiales deberá corregirlas mediante la aplicación de un mortero de reparación.

Se debe dejar un estriado final tipo espina de pescado en la placa de concreto, con el fin de proporcionar buena adherencia a los vehículos y de permitir una rápida evacuación del agua que pueda circular sobre la placa huella.

Para el caso de las juntas entre concretos (hidráulico-ciclópeo e hidráulico placa - hidráulico riostra) deberá realizarse el sello de las mismas con el fin de evitar la infiltración de agua a la capa de subbase y que posteriormente pueda evolucionar a fenómenos de bombeo que afecten la capa inferior y la integridad de la placa huella.

Una vez se haya cumplido con los tiempos de fraguado inicial de los últimos elementos fundidos, se procederá a realizar el sello de las juntas disponiendo el fondo de junta y el sellante.

Por otra parte, previamente se deberá hacer una limpieza de los espacios de las juntas a sellar en lo posible con soplado a presión de las mismas, siempre verificando que no haya contenidos de polvo o piedras que impidan la adherencia entre las caras a sellar.

**Ejecución del trabajo en la construcción del canal de recolección de agua y las bases del encole y descole de alcantarilla:** La dosificación del concreto determinará las proporciones en que deben combinarse los diferentes materiales y componentes como son: agregados, cemento, agua y eventualmente, aditivos, de modo de obtener un concreto que cumpla con la resistencia, manejabilidad, durabilidad y restantes exigencias requeridas por las especificaciones particulares del proyecto<sup>14</sup>.

Todas las formaleas en las cuales sea necesario confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece, deberán cumplir con lo establecido anteriormente.

---

<sup>14</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 630-13. 2013. p. 630-16

**Elaboración de la mezcla (*lugar de la obra*)<sup>15</sup>:** Salvo indicación en contrario del Interventor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad ( $1/2$ ) del agua requerida para la cochada; a continuación se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte ( $1/3$ ) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

La mezcla se hará a la velocidad recomendada por el fabricante de la máquina y el tiempo de mezclado deberá ser superior a uno y medio minutos (1.5 min), contados a partir del momento en que todos los materiales están dentro del tambor mezclador y hasta el instante en que se inicie la descarga. Se podrá reducir este tiempo, solamente si se demuestra que la mezcla es satisfactoria. En todo caso, el tiempo de mezclado no deberá exceder de 5 minutos.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla disueltos en una parte del agua de mezclado. Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Constructor, con la supervisión del Interventor, transformará las cantidades correspondientes a la fórmula de trabajo en unidades volumétricas. El Interventor verificará que existen los elementos de dosificación precisos para obtener una mezcla de la calidad deseada.

---

<sup>15</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 630-13. 2013. p. 630-22

**Colocación del concreto<sup>16</sup>:** Todo el concreto debe ser vaciado en horas de luz solar y su colocación en cualquier parte de la obra no se debe iniciar si no es posible completarla en dichas condiciones, a menos que se disponga de un adecuado sistema de iluminación, aprobado por el Interventor.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra las formaletas o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

Al verter el concreto, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

En todos los casos que sea difícil colocar el concreto junto a las formaletas debido a las obstrucciones producidas por el acero de refuerzo o por cualquier otra condición, se deberá procurar el contacto apropiado entre el concreto y las caras interiores de las formaletas, vibrando estas últimas por medio de golpes en sus superficies exteriores con mazos de caucho o madera o por medio de vibradores de formaleta.

**Vibración<sup>17</sup>:** El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración interna, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos.

Para lograr la compactación de cada capa antes de que se deposite la siguiente sin demorar la descarga, se debe usar un número suficiente de vibradores para consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince (15) minutos siguientes a su colocación dentro de las formaletas. Para evitar demoras en el caso de averías, se debe disponer de un (1) vibrador auxiliar en el sitio de la obra

---

<sup>16</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 630-13. 2013. p. 630-27

<sup>17</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 630-13. 2013. p. 630-32

para fundiciones individuales hasta de cincuenta metros cúbicos (50 m<sup>3</sup>) y dos (2) vibradores auxiliares para fundiciones de mayor volumen.

Las vibraciones se deben aplicar en el punto de descarga y donde haya concreto depositado poco antes. Los vibradores no deberán ser empujados rápidamente, sino que se permitirá que ellos mismos se abran camino dentro de la masa de concreto y se retirarán lentamente para evitar la formación de cavidades.

La vibración deberá ser tal, que el concreto fluya alrededor del refuerzo y otros elementos que deban quedar embebidos en el concreto y llegue hasta las esquinas de las formaletas.

La vibración no debe ser aplicada sobre el refuerzo, ni forzarse a secciones o capas de concreto que hayan endurecido a tal grado que el concreto no pueda volverse plástico por su revibración. No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

**Juntas<sup>18</sup>:** Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique el Interventor. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

**Remoción de las formaletas y de la obra falsa:** El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto. <sup>19</sup>

**Acabado<sup>20</sup>:** Inmediatamente después de remover las formaletas, toda la rebaba y salientes irregulares de la superficie del concreto se deberán cincelar a ras de la superficie.

---

<sup>18</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 630-13. 2013. p. 630-33

<sup>19</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 630-13. 2013. p. 630-34

<sup>20</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 630-13. 2013. p. 630-35

Todos los alambres y varillas que sobresalgan se deberán cortar, cuando menos cinco milímetros (5 mm) bajo la superficie.

**Curado<sup>21</sup>:** Inmediatamente después del retiro de las formaletas y del acabado de las superficies, el concreto se someterá a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Interventor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

**Limpieza final:** Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, se deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

➤ **Suministro e instalación de concreto ciclópeo de 17.5 MPa (2500) 40% rajón para bases y elevaciones.**

Este ítem se refiere a la colocación de la cimentación o elevación compuesta por un concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras o bloques que no contiene armadura. La proporción máxima del agregado ciclópeo será en sesenta por ciento (60%) de concreto simple y del cuarenta por ciento (40%) de rocas desplazadas de tamaño máximo, de 10" ; éstas deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.

Este concreto se usará para la cinta central y dos franjas laterales de la placa huella. Igualmente para el cuerpo del muro de la alcantarilla y sus aletas. El procedimiento que se sigue es el siguiente:

- Localizar el cimient, su ancho y su profundidad.

---

<sup>21</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 630-13. 2013. p. 630-37

- Verificar que el fondo de la excavación este nivelado, libre de basuras y de restos de tierra suelta.
- Limpiar y mojar con agua limpia las piedras antes de ser colocadas para evitar que estas absorban el concreto.
- Colocar una capa 5 a 10 cm de espesor de concreto simple o solado para evitar que la piedra quede asentada directamente sobre el suelo.
- Colocar una primera capa de piedra rajón cuidadosamente de preferencia a mano, sin dejarlas caer o tirarla, para no causar daño a la formaleta y teniendo la precaución de dejarla separada de las paredes de la excavación y entre ellas, dando lugar a la penetración del hormigón en todo los espacios.
- Sobre la piedra se vacía el concreto y se chuza con varilla de 1/2 o 5/8 de diámetro para llenar todos los espacios.
- Buscando una trabazón con la primera capa, se coloca piedra sobre el hormigón. Continuar así hasta llegar al nivel requerido o corona del cimiento.
- Tensar hilos con el nivel señalado y con palustre se nivela la corona del cimiento.
- Se debe trazar el eje sobre la corona cimbreado el hilo tensado y dejar su marca sobre el concreto fresco.

➤ **Suministro figurado y armado de Acero de Refuerzo 60000 PSI (420 MPa)**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero en estructuras de concreto, en concordancia con los planos del proyecto.

Las estructuras que llevarán refuerzo con este acero son las cintas huella, dentellones, vigas, vigas riostras y rampas. También llevará refuerzo el canal de recolección de agua.

**Planos y despiece:** Verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado.

**Suministro y almacenamiento:** El acero de refuerzo, al llegar a sitio de obra, deberá estar identificado con el grado del acero y el lote correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada y deberá ser protegido, contra daños y deterioro superficial, causados por la intemperie y ambientes corrosivos.

**Colocación y amarre:** Todo acero de refuerzo debe estar libre de todo tipo de suciedad que pueda afectar la adherencia del acero en el concreto.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto, mediante bloques que podrán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 300 mm, para lo cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá ser del tipo negro calibre número diez y ocho (No. 18). No se permitirá la soldadura en las intersecciones de las barras de refuerzo.

➤ **Cunetas revestidas en concreto de 21 MPa (3000 PSI), sin refuerzo (Incluye sello de juntas)**

Consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo y colocación de los materiales necesarios para la construcción de cunetas de concreto fundidas en el sitio de obra. También incluye las operaciones de alineamiento, excavación, conformación de la sección, suministro del material de relleno necesario y compactación del suelo de soporte. Las características principales de las cunetas revestidas de concreto deberán estar indicadas en los planos del proyecto.

**Acondicionamiento de la cuneta en tierra:** El Constructor deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos del proyecto o establecidas por el Interventor.



**Elaboración del concreto:** El Constructor deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla, conforme se establece en la actividad de concreto para pavimento rígido mencionada anteriormente.

### **Cunetas fundidas en el lugar**

- Colocación de formaletas: para la construcción de cunetas fundidas en obra acondicionadas las cunetas en tierra, se instalarán las formaletas de tal manera que se garantice que las cunetas queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos u ordenados por el Interventor.
- Construcción de la cuneta: se humedece la superficie preparada de la cuenta en tierra y se coloca el concreto desde el extremo inferior de la cuneta en forma ascendente, siempre verificando que su espesor sea, el indicado en los planos. El concreto deberá ser compactado y curado conforme lo establecen las presentes especificaciones. Posteriormente, se nivela las superficies con el fin de obtener la forma y dimensiones indicadas en los planos.
- Remoción de las formaletas: El Interventor establecerá el plazo para esto, el cual no podrá ser menor de cuarenta y ocho horas (48h).

**Juntas:** Se deben dejar juntas de contracción a intervalos no mayores de tres metros (3 m), coincidiendo con las juntas transversales del pavimento como se indique en los planos de construcción.

Después del curado del concreto las juntas se deben limpiar, colocando posteriormente los materiales de relleno, sellado y protección que figuren en el proyecto, tanto para las juntas transversales como longitudinales.

**Limpieza final:** El constructor debe hacer una limpieza general del sitio de obra, lo que incluye, el retiro de todos los materiales excavados o no utilizados, desechos, sobrantes, basuras y cualquier otro elemento que no se requiera en la construcción.

➤ **Transporte de material de afirmado y/o granular**

La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Interventor, quien determinará cual es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado. <sup>22</sup>

➤ **Excavación mecánica en roca de la explanación, canales y préstamos sin explosivos**

Esta actividad comprende los trabajos necesarios para la conformación del canal de recolección de aguas y los filtros de la placa huella, usando equipos mecánicos para ello, como excavadoras o martillos neumáticos.

Comprende la excavación de masas de rocas fuertemente litificadas que, debido consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos; o bien, si al determinar que la dureza y el fracturamiento de la roca tienen características que permitan usar otros equipos, se usarán martillos neumáticos o retroexcavadoras. En todo caso, la utilización de uno u otro equipo dependerá del espacio disponible para operar y de la forma de la superficie de la roca. Las excavaciones deben iniciar por el extremo aguas abajo de la obra.

➤ **Suministro e instalación de concreto de 14 MPa (2000 PSI) solados y atraques**

Esta actividad incluye el proceso para la elaboración de solado y atraque para los elementos de la alcantarilla, como la caja, tubería, cabezal y aletas.

Se coloca una capa de concreto pobre con el fin de emparejar y mantener limpias las superficies, sobre las cuales se van a cimentar las estructuras. Es el concreto que se aplica al fondo de las excavaciones con el fin de proteger el piso de cimentación y el refuerzo, de cualquier tipo de contaminación o alteración de las condiciones naturales del terreno. El solado de concreto reposará sobre el piso sólido, y éste se aplicará en los sitios indicados por los diseños o los autorizados por el interventor. El espesor de la capa de concreto estará dado por plasmado en los planos de construcción y diseño.

---

<sup>22</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 900-13. 2013. p. 900-2

Para la ejecución de esta actividad se sigue el siguiente proceso:

- El fondo de la excavación debe estar nivelado y limpio.
  - Se deben verificar las recomendaciones y especificaciones del estudio de suelos.
  - Se deben verificar las cotas de la cimentación.
  - Se realiza el vaciado y cubrimiento del fondo de la excavación con el concreto de 2000 PSI (14MPa).
  - Se debe verificar el espesor de la capa de concreto.
  - Finalmente verificar cotas inferiores de la cimentación.
- **Suministro e instalación de tubería de concreto reforzado D=36", incluye emboquillada**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tubería de concreto reforzado, con los diámetros, armaduras, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos del proyecto o acordados ordenados con el Interventor; comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas de los tubos y la construcción de éstas, así como las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas, y la remoción y disposición de los materiales sobrantes.<sup>23</sup>

**Colocación del material de solado:** La colocación del material de solado para la tubería se llevará a cabo según con lo indicado en la actividad anterior *“Suministro e instalación de concreto de 14 MPa (2000 PSI) solaos y atraques”*.

**Colocación de la tubería:** La tubería se instalará de acuerdo con las indicaciones de los planos y diseños, en cuanto a alineamientos y niveles. Se comienza por el lado de la salida de la alcantarilla (Descole) con el extremo acampanado dirigido hacia la estructura de entrada (Encole).

Para hacer algún ajuste a los niveles o alineamientos de la tubería, no se podrá hacer fuerza sobre los tubos o realizar alguna maniobra que pudiese dañarlos, para ello se debe desempatar la tubería y remover la sección y mediante correcciones al atraque y/o solado, hacer los ajustes necesarios.

---

<sup>23</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 661-13. 2013. p. 661-1

**Atraque:** El atraque se construirá con los materiales indicados en los diseños, de manera uniforme a lo largo y ancho de la tubería. Este material debe ser compactado y cumplir con las dimensiones establecidas en los planos de construcción.

**Rellenos:** Luego de construir el atraque, siendo este de concreto, se debe rellenar la zanja luego de su curado, utilizando el material indicado en los documentos del proyecto. Este relleno se debe compactar y alcanzar las cotas indicadas en los planos.

➤ **Construcción de filtros a cualquier profundidad, con material filtrante según norma INVIAS, sin excavación, incluye Geotextil NT 2000**

Este trabajo se consiste en la construcción de filtros para subdrenaje, con geotextil y material filtrante, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de apertura de la zanja y de construcción del filtro, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible y que las molestias a los usuarios sean mínimas.

La construcción del filtro sólo será autorizada por el Interventor, cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, pendientes y rasantes indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente el perímetro de la zanja, acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de ésta y dejando por encima la cantidad de tela necesaria para que, una vez se acomode el material filtrante, se cubra en su totalidad, con un traslapo de treinta centímetros (0.30 m). Las franjas sucesivas de geotextil se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0.45 m). No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor de dos (2) semanas.

Completado el relleno con material filtrante, se cubrirá con la porción excedente del geotextil y se cubrirá con material impermeable, colocado y compactado en capas sucesivas, no mayores de diez centímetros (10 cm) cada una, hasta la altura requerida en los planos u ordenada por el Interventor. Salvo que los

documentos del proyecto indiquen lo contrario, se podrá emplear el mismo material proveniente de la excavación.

**2.4.2 Proceso constructivo puente vehicular.** El proceso constructivo, se basa en las actividades necesarias para la construcción de un puente como una estructura global, esto no significa la descripción detallada de cada una de los componentes que lo conforman. El proceso constructivo dependerá finalmente del constructor establecido, es decir, que este proceso variará al considerar el tipo de herramientas y materiales a incluir en la construcción. A continuación, se muestra el proceso constructivo básico:

➤ **Localización y replanteo topográfico**

Se refiere a la ejecución de los trabajos consistentes en la localización y materialización de las áreas que ocuparán las obras del proyecto, de acuerdo con los planos de construcción. Estas áreas son los estribos, las aletas, los aproches de acceso al puente y los muros en gaviones proyectados.

El trabajo será realizado según lo indicado en los planos de construcción siguiendo cotas, localización, etc. Además, se deben dejar puntos fijos o referencias que permitan los chequeos durante la etapa de construcción.

➤ **Excavación manual en material común**

Esta actividad se refiere al movimiento de material que se desea realizar por debajo del nivel de descapote hasta lograr los niveles establecidos por los diseños. Las excavaciones deberán ejecutarse en la forma y con las medidas necesarias para construir satisfactoriamente las estructuras. El fondo de las excavaciones deberá quedar correctamente nivelado, compactado y limpio (libre de escombros, agua y material suelto), antes de iniciar el vaciado del concreto.<sup>24</sup>

Este proceso de excavación se hace para las cimentaciones de las aletas del puente y los muros en gaviones.

---

<sup>24</sup> Departamento Nacional de Planeación – DNP. Proyecto Tipo, Construcción de puentes vehiculares en vías secundarias ó terciarias. 2016

➤ **Excavación en roca con compresor y dinamita**

Este proceso se describe anteriormente en la actividad *“Excavación mecánica en roca de la explanación, canales y préstamos sin explosivos”*. ...en la página 65...

Este trabajo se puede hacer tanto con explosivos como con compresor o martillo hidráulico; y se hace principalmente para la cimentación de los estribos.

➤ **Suministro e instalación de concreto de 14 MPa (2000 PSI) solados y atraques**

Este proceso se describe anteriormente en la actividad *“Suministro e instalación de concreto de 14 MPa (2000 PSI) solados y atraques”*. ...en la página 66...

Este proceso se realiza para los solados de las zapatas de los estribos y las aletas.

➤ **Suministro e instalación de concreto simple de 21 MPa (3000 PSI) para elevaciones.**

Comprende en el suministro e instalación del concreto necesario para la construcción de los elementos de la subestructura como las zapatas de los estribos, los estribos y las aletas; también, de los elementos de la superestructura como las vigas, losa, bordillos, entre otros.

Consiste en la construcción de los elementos mencionados, que se realizará de acuerdo con las especificaciones y detalles consignados en los planos estructurales. Este ítem incluye formaleas, acarreo, vaciado, vibrado y curado del concreto; así como el desencofrado de los elementos. La ejecución de los trabajos es la siguiente:

- Consultar y verificar las recomendaciones y especificaciones del estudio de suelos y los diseños estructurales.
- Se debe verificar que el solado de limpieza se haya ejecutado de acuerdo a las especificaciones y diseños.
- Se deben verificar dimensiones y localización de los elementos según los diseños.
- Se debe realizar el replanteo de los elementos sobre el concreto de limpieza.

- Se deberá figurar, armar y colocar el refuerzo de acuerdo a las recomendaciones y especificaciones del diseño estructural.
- En el refuerzo se deberán verificar diámetros, longitudes de traslapo y recubrimientos.
- Se chequeará colocación y plomos de las respectivas formaletas.
- Se transportará, y se vaciará el concreto progresivamente por medios manuales o mecánicos sin que éste produzca segregación.
- Se realizará el vibrado del concreto por medios mecánicos o manuales
- Retiro de la formaleta y se realiza el proceso de curado del concreto.

➤ **Suministro figurado y armado de Acero de Refuerzo 60000 PSI, 420 MPa**

Este proceso se describe anteriormente en la actividad “*Suministro figurado y armado de Acero de refuerzo 60000 PSI (420 MPa)*”. ...en la página 63...

Las estructuras que llevarán refuerzo con este acero son todos aquellos elementos que comprenden los estribos, aletas, tablero y vigas; y se procederá según lo mencionado en la descripción de la misma actividad del proceso constructivo de las obras de placa huella. ...Ver numeral 2.4.1...

➤ **Suministro e instalación de apoyos de Neopreno. Dureza 75, E=1/4"**

Comprende el suministro e instalación de los apoyos de la superestructura sobre la viga cabezal de acuerdo a las especificaciones dadas en planos y acorde con la norma técnica específica.

Para el recibo a satisfacción de los apoyos el interventor deberá exigir el certificado de calidad de los mismos. Se atenderán debidamente las prescripciones técnicas a este tipo de elementos, relacionadas con propiedades del elastómero, de las láminas de acero, la adherencia, fabricación, pruebas de calidad y ensayo del neopreno y del caucho natural, las tolerancias de fabricación, marca y certificación, frecuencia y tipo de pruebas, así como la instalación y sus tolerancias.

En particular, además de las recomendaciones que pueda hacer el fabricante de los neoprenos, es preciso tener en cuenta que las caras superior (en contacto con el tablero) e inferior (en contacto con la subestructura) deben ser perfectamente

paralelas y estar en planos horizontales. La manera habitual de conseguir esta condición de planeidad y horizontalidad es mediante la colocación de morteros de nivelación y tacones de apoyo, en caso de ser necesario. Aunque de no ser necesaria por la geometría de la traza, es aconsejable para absorber las posibles irregularidades de la parte superior de la subestructura, disponer de la misma.

➤ **Suministro e instalación de barandas en tubería metálica agua negra, soldado, según diseño, incluye anticorrosivo y pintura**

Comprende el suministro y la instalación de baranda en tubo metálico de agua negra de 2", de acuerdo con el diseño, localización y especificaciones contenidas dentro de los Planos Arquitectónicos y de Detalle. El procedimiento de ejecución es el siguiente:

- Consultar Planos Arquitectónicos y verificar localización.
- Consultar la norma correspondiente.
- Acordar las medidas finales en obra o tomarlas en sitio antes de ejecución.
- Elaborar y presentar una muestra del elemento tipo de baranda para evaluación y aprobación de la dirección arquitectónica.
- Montar parales en platina de acero 2"x3/16" anclados al bordillo de la losa según detalle.
- Montar pasamanos en tubo metálico de 2" mediante varillas de soporte de 3/8" en acero inoxidable, soldada a los parales tensores.
- Las platinas y varillas deberán ser rectificadas en prensa luego de ser cortadas.
- Verificar niveles, plomos y acabados para aceptación.
- Proteger hasta entregar obra.
- Aplicar anticorrosivo y pintura de señalización según la norma.

➤ **Construcción de muros en gaviones, incluye malla eslabonada triple torsión**

Esta actividad se hace necesaria para prevenir daños a la estructura del puente que se puedan causar por la acción del agua de la quebrada. También para proporcionar estabilidad y servir de confinamiento a los rellenos para los aproches de cada costado del puente.

Consiste en la construcción de canastas de mallas hexagonales de alambre de acero con revestimiento metálico, entrelazado en triple torsión, y el suministro,



transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios establecidos en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.<sup>25</sup>

La ejecución de los trabajos será:

**Preparación de la superficie de apoyo:** La superficie del terreno se deberá preparar con los niveles allí establecidos según las indicaciones de los documentos del proyecto; si se encuentran suelos no aptos para soportar los gaviones, estos deberán removerse y ser reemplazados.

**Colocación y ensamble de las canastas:** Una vez ensambladas las canastas se deberán poner en su posición final sobre la superficie preparada para ello.

Antes del llenado, todas las canastas se deben amarrar a las adyacentes, tanto laterales como inferiores, a lo largo de todas las aristas en contacto, tanto horizontales como verticales, y se deben poner los tirantes permanentes y temporales.

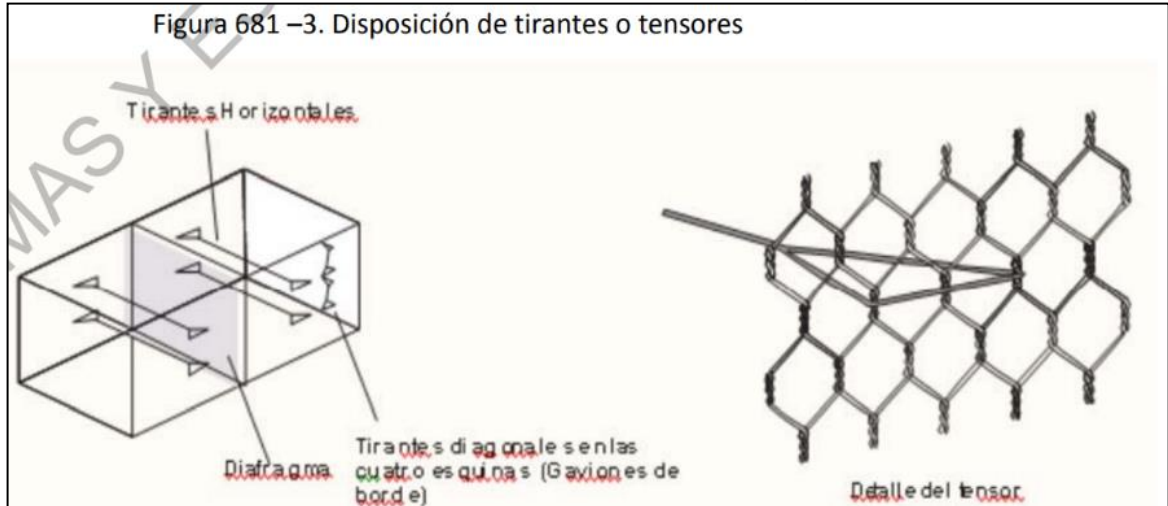
**Llenado y atirantado de las canastas:** El material de relleno se colocará dentro de la canasta manualmente, con el fin de distribuir las piedras por tamaño de tal forma que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro y las más grandes junto a la malla. Así mismo, se debe procurar que las piedras no sobresalgan entre gaviones; y obtener un porcentaje mínimo de vacíos.

En este proceso se deben colocar tirantes o tensores internos transversales, para que los paneles opuestos de las canastas no se deformen a causa de la presión ejercida por el relleno. En la Ilustración 27 se muestra la disposición de estos elementos.

---

<sup>25</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 681-13. 2013. p. 681-1

### Ilustración 27 Disposición de tensores en las cajas para gaviones



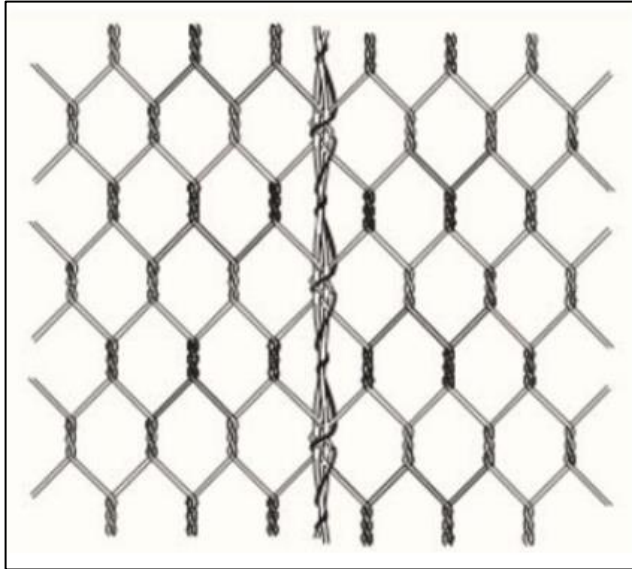
Fuente: INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. Artículo 681-13. 2013. p. 681-10

Las canastas de una misma fila se deberán llenar simultáneamente, teniendo en cuenta que el nivel de llenado de ninguna canasta supere en más de 300 mm el nivel de llenado de las canastas adyacentes.

#### - Costura y cierre

Una vez llenas las canastas, se deberá instalar la tapa de esta, cosiéndola a los bordes superiores de la base y de los diafragmas. Todas las costuras o amarres deberán ser realizados de forma continua, atravesando todas las mallas con el alambre, alternativamente, con una vuelta simple y una doble, como se observa en la ilustración 28.

Ilustración 28 Detalle de los amarres en las cajas para gaviones



Fuente: INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. Artículo 681-13. 2013. p. 681-12

➤ **Suministro, extendida y compactación de material para afirmado**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada, o sobre un afirmado existente, de acuerdo con la presente especificación, los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.<sup>26</sup>

Se aplica para la conformación de los aproches entre el puente y la vía existente. La ejecución general es la siguiente

➤ **Transporte de material de afirmado y/o granular**

Este proceso se describe anteriormente en la actividad “*Transporte de material de afirmado y/o granular*”. ...en la página 65...

---

<sup>26</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. Artículo 311-13. 2013. p. 311-1

## **2.5 CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Para una correcta ejecución de los trabajos y entrega de un producto altamente satisfactorio, que cumpla con los requerimientos establecidos para el tipo de obra, se debe realizar el debido control a la calidad de los materiales que se involucran en los diferentes componentes del proyecto, tanto de la placa huella, obras de drenaje y del puente vehicular. Por tanto, son diferentes y variados los métodos o procedimientos para establecer la calidad de un material, dependiendo de la naturaleza de este.

**2.5.1 Control de calidad del suelo de subrasante de la placa huella.** Para este se debe realizar la respectiva investigación de la capa que será usada como subrasante.

Para esto se lleva a cabo el correspondiente estudio de suelos, con el cual se puede determinar la capacidad de soporte y la caracterización del mismo del mismo; esto con el fin de verificar que dicha capacidad de soporte del material que será considerado como subrasante alcance un valor mayor al 3% como resultado del ensayo de CBR definido en las especificaciones INVIAS.

Lo anterior teniendo en cuenta que un suelo con una Capacidad de soporte-CBR menor al 3%, es considerado un suelo blando, no apto para usarse como fundación de una estructura de pavimento. Siendo así, el suelo se debe tratar, mediante algún proceso de mejoramiento o estabilización.

Los ensayos para la caracterización del suelo de subrasante, que incluye, la Relación de Soporte del suelo – CBR, son:

- Límites de Atterberg.
- Análisis granulométrico de suelos por tamizado INV E – 123 – 13.
- Relación de soporte del suelo en el terreno (CBR “in situ”) INV E – 169 – 13
- CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada INV E – 148 – 13.
- Relación humedad-densidad (Proctor).

**2.5.2 Control de calidad de la base granular.** Este se rige según lo estipulado en la Especificación del INVIAS 330-13, donde se muestran los requisitos de calidad para los agregados que componen la base granular. En la siguiente tabla se

muestran dichos requisitos. (Ilustración 29). Además, el material de base granular se debe ajustar a la disposición dada de franjas granulométricas. (Ilustración 30)

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

**Ilustración 29 Requisitos de los agregados para bases granulares**

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
DUREZA (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%)	E-218			
500 revoluciones		40	40	35
100 revoluciones		8	8	7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	30	25
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10% de finos	E-224			
Valor en seco, mínimo (kN)		-	70	90
Relación húmedo/seco, mínimo (%)		-	75	75
DURABILIDAD (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220			
Sulfato de sodio		12	12	12
Sulfato de magnesio		18	18	18
LIMPIEZA (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	-	-
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 Y E-126	3	0	0
Equivalente de arena, Mínimo (%)	E-133	30	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2	2
GEOMETRÍA DE PARTÍCULAS (F)				
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	35	35	35
Caras fracturadas, mínimo (%)	E-227			
Una cara		50	70	100
Dos caras		-	50	70
Angularidad de la fracción fina, mínimo (%)	E-239	-	35	35
RESISTENCIA DEL MATERIAL (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 330.5.2.2.2);el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	E-148	≥ 80	≥ 80	≥ 95

Fuente: INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. Artículo 330-13. 2013. p. 330-2

Dentro de la franja elegida, el Constructor propondrá al Interventor una “Fórmula de Trabajo” a la cual se deberá ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la Tabla anterior, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada. Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 75  $\mu$ m (No. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 425  $\mu$ m (No. 40), no deberá exceder de 2/3 y el tamaño máximo nominal no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.<sup>27</sup>

Ilustración 30 Requisitos de los agregados para bases granulares

TIPO DE GRDACIÓN	TAMIZ (mm/U.S Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 ½"	1"	¾"	⅜"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
% PASA								
BASES GRANULARES DE GRADACIÓN GRUESA								
BG-40	100	75-100	65-90	45-68	30-50	15-32	7-20	0-9
BG-27	-	100	75-100	52-78	35-59	20-40	8-22	0-9
BASES GRANULARES DE GRADACIÓN FINA								
BG-38	100	75-100	60-90	45-75	30-60	20-45	10-30	5-15
BG-25	-	100	70-100	50-80	35-65	20-45	10-30	5-15
Tolerancias en la producción sobre la fórmula de trabajo ( $\pm$ )	0%	7%			6%			3%

Fuente: INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. Artículo 330-13. 2013. p. 330-3

También se requiere realizar los siguientes controles de calidad a los agregados de la capa de base granular.

- **Control de procedencia:**

Se deben tomar cuatro (4) muestras representativas de la fuente de agregados para realizar los ensayos que se relacionan en la tabla de la ilustración 30, cuyos resultados deben satisfacer con lo expuesto en esta tabla.

<sup>27</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. Artículo 330-13. 2013. p. 330-3

- **Control de producción:**

Al material que se va a usar en la obra se le deben realizar controles de calidad con la frecuencia que se indica a continuación.

Ilustración 31 Periodicidad de ensayos para los materiales de base granular

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-123	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de plasticidad	E-125 Y E-126	Una (1) vez por jornada
Equivalente de arena	E-133	Una (1) vez por semana
Valor de azul (si aplica)	E-235	Una (1) vez por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una (1) vez por semana

Fuente: INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. Artículo 330-13. 2013. p. 330-9

Igualmente se debe realizar el control de calidad al producto ya terminado, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Compactación: Para el control de la compactación de una capa de base granular, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones humedad-peso unitario (ensayo modificado de compactación).
- Espesor: Sobre la base de los sitios en los que se hace el control de la compactación, se debe determinar el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al espesor del diseño (ed).
- Planicidad: Esta se comprueba mediante la regla de tres metros (3 m), según norma de ensayo INV E-793; la regla se colocará tanto paralela como perpendicular al eje de la vía y no deben existir variaciones superiores a diez milímetros (10 mm).

**2.5.3 Control de calidad al concreto simple.** Este incluye el control de calidad que se debe hacer a cada uno de los elementos que componen el concreto, como son el cemento, agua, agregados gruesos y finos; y al producto terminado como tal.

Para determinar la calidad de la mezcla, se controlará el aspecto del concreto y su temperatura. Si a simple vista el concreto se encuentra segregado, o no se aprecie una mezcla homogénea, podrá ser rechazado.

**Dosificación:** La dosificación de la mezcla se puede admitir con ciertas variaciones en el peso de sus componentes así:

- Agua, cemento y aditivos  $\pm 1 \%$
- Agregado fino  $\pm 2 \%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm  $\pm 2 \%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm  $\pm 3 \%$

**Consistencia:** Se refiere a la capacidad del concreto fresco para fluir, es decir, de adquirir la forma de los encofrados que lo contienen y de llenar espacios vacíos alrededor de elementos embebidos.

Se debe controlar la consistencia de cada mezcla, extrayendo una muestra en el momento de la colocación del concreto, para realizarle el ensayo de asentamiento (INV E-404-13). El resultado se debe ajustar y cumplir con las tolerancias que se muestran en la siguiente tabla (ilustración 32).

Ilustración 32 Periodicidad de ensayos para los materiales de base granular

CARACTERÍSTICA	CONSTRUCCIÓN	TOLERANCIA
Asentamiento	Formaletas fijas	25 a 50
	Formaletas deslizantes	13 a 38
Contenido de aire, cuando esté especificado	Formaletas fijas	+ 1.8 %
	Formaletas deslizantes	+ 1.8 %

Fuente: INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. Artículo 330-13. 2013. p. 330-9

**Contenido de aire:** Se debe controlar según la norma de ensayo INV E-406. Los resultados se deberán ajustar al valor establecido de la fórmula de trabajo, con las tolerancias que muestra la Tabla anterior (ilustración 32). Si el resultado de la muestra de se encuentra por fuera de los límites de tolerancia, se tomará una segunda muestra de la misma mezcla y se repetirá el ensayo. Si esta última se encuentra dentro de la tolerancia, la mezcla cumple, si no, se rechazará. Si esto



sucede a varias muestras de diferentes mezclas, se debe suspender la producción, hasta que se corrija dicha anomalía.

**Resistencia:** La resistencia de la mezcla se evaluará en términos de su resistencia a la flexión (norma de ensayo INV E-414). La resistencia a la flexión se evaluará y aceptará por lotes usando un análisis de nivel de calidad (NQ); este análisis NQ calcula el grado de cumplimiento de la resistencia especificada en términos del porcentaje estimado de la resistencia dentro de los límites de la especificación (PDL) por un método estadístico que tiene en cuenta el promedio de los resultados de los ensayos del lote y su dispersión (desviación estándar) debida a la variabilidad tanto del material como de los procedimientos de muestreo y ensayo.

El análisis NQ se hará como se indica en el numeral 500.5.2.7.3.1; los resultados de este análisis se calificarán, para efectos de aceptación, aceptación con sanción (o reducción de precio) o rechazo según se indica en el numeral 500.5.2.7.3.2.<sup>28</sup>

**2.5.4 Control de calidad al concreto ciclópeo.** Este incluye el control de calidad que se debe hacer a cada uno de los elementos que componen el concreto, que fueron mencionados anteriormente; además se incluye el control al agregado ciclópeo como parte elemental de la mezcla.

El agregado ciclópeo se compone de rocas de gran tamaño que se incorporan a la mezcla de concreto al momento de su colocación; será roca triturada o canto rodado de buena calidad. Debe ser preferiblemente angular de forma generalmente cúbica.

El tamaño máximo que puede tener agregado ciclópeo depende del espesor y/o volumen de la estructura de la cual forma parte. Para cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de 80 cm, se admiten agregados ciclópeos de máximo 30 cm.

El material del que se compone el agregado ciclópeo no podrá presentar más del 50%, de desgaste en la prueba de Los Ángeles, gradación E, según la norma de ensayo INV E-219.

---

<sup>28</sup> INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. NORMA 500-13. 2013. p. 500-54

**2.5.5 Control de calidad al acero de refuerzo.** Las barras de refuerzo que llevan los diferentes elementos estructurales contemplados en este proyecto, deben cumplir con las que sean pertinentes de las siguientes normas: NTC 161, NTC 248 y NTC 2289; AASHTO M-31 y ASTM A-706.

Se debe disponer de una certificación de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para cada lote que se envía a la obra. Además, Las varillas que presenten fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, deben ser rechazadas.

**2.5.6 Control de calidad del geotextil.** El geotextil NT2000 que se usa para la construcción del filtro longitudinal para el drenaje de la placa huella, está hecho a base de fibras de grapa y se usa en ese caso, para separación y drenaje de suelos.

Para tener control de la calidad del geotextil, se debe contar con la certificación expedida por el fabricante del geotextil, allí se debe mostrar el nombre del producto, y sus características físicas y químicas más relevantes, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados en la producción, los cuales deberán satisfacer las condiciones y valores establecidos en la siguiente Tablas (Ilustración 33).

Ilustración 33 Propiedades del Geotextil NT2000

PROPIEDADES MECÁNICAS	MÉTODO DE PRUEBA	UNIDAD	VALOR TÍPICO	
			MD	CD
Resistencia a la tracción	ASTM D 4595	kN/m (lbs/pulg)	8.8 (50)	8.8 (50)
Resistencia a la Tensión Grab	ASTM D 4632	kN (libras)	627 (141)	627 (141)
Elongación	ASTM D 4632	%	80	80
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D 4533	kN (libras)	289 (65)	289 (65)
Resistencia al Punzonado	ASTM D 6241	kN (libras)	1736 (390)	
Tamaño de abertura aparente (AOS)*	ASTM D 4751	mm - Tamiz U.S.	0.18 (87)	
Permitividad	ASTM D 4491	sec	2.2	
Tasa de Flujo	ASTM D 4491	l/min/m <sup>2</sup> (gal/min/pies <sup>2</sup> )	6722 (165)	
Resistencia a UV (a 500 hrs)	ASTM D 4355	% fuerza conservada	70	

\* ASTM 4751, AOS es un valor de diámetro máximo de apertura

Fuente: GERFOR. Fichas Técnicas Geosistemas, Geotextil No Tejido. Disponible en internet en: [http://www.gerfor.com/descargas/geosistemas/02\\_NoTejidos.pdf](http://www.gerfor.com/descargas/geosistemas/02_NoTejidos.pdf)

### **3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS PREVIAS AL INICIO DE OBRA**

Antes de dar inicio a la ejecución física de la obra, fue necesario realizar algunas actividades para conocer el proyecto, no solo en su parte técnica, si no también relacionarse con el entorno físico y social de la zona donde se desarrollaría.

#### **3.1 PROCESO DE INDUCCIÓN POR PARTE DE LA EMPRESA**

Inicialmente se dio el proceso de inducción por parte de la empresa H & H CONSTRUCTORES INGENIERIA S.A.S; este consistió primero en la instalación en el puesto de trabajo, inicialmente la oficina donde ellos desarrollan sus actividades administrativas y de contratación, ubicada en la calle 24 N° 10-16 de la ciudad de Tunja.

Seguido a esto, la empresa proporcionó el equipo y elementos necesarios para el desarrollo de la práctica, como lo es un computador, planos, elementos varios de oficina, etc. Con lo que se dio inicio a la inducción, informando acerca de los aspectos más relevantes del proyecto, plazos, actividades, costos, entre otras condiciones.

Finalmente se dejó claro cuáles serían las tareas propiamente dichas que se dirigirán en el sitio de obra, y que alcances se tendrán en cuanto al manejo de personal, materiales, procesos constructivos y operación de maquinaria.

#### **3.2 REVISIÓN DE LOS DISEÑOS**

Con los documentos, planos, memorias, etc, suministrados por la Empresa, se realizó la respectiva revisión de los diseños de las obras que se incluyen en el proyecto. Esto para conocer a profundidad los aspectos técnicos más importantes de cada intervención y sirvió además para despejar algunas dudas e incertidumbres a cerca de los diseños.

**3.2.1 Placa huella.** Para llegar a los diseños de los distintos elementos que conforman la placa huella y que se presenta en este trabajo, el profesional que lo realizó tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- **Drenaje de la vía:** Según el estudio hidrológico e hidráulico que se hizo para el proyecto, la cantidad de agua presente en la zona de la placa huella era considerable, no solo las precipitaciones constantes en el área, las

cuales aportaban una gran cantidad de agua de escorrentía a la vía, sino también el agua subsuperficial, que no fue lo suficientemente evidente con este estudio, revelando presencia pero no en la cantidad real. Por tal razón se proyectó la construcción de cunetas, filtros y canal de recolección de agua.

- **Tránsito vehicular en la vía:** De acuerdo al respectivo estudio de tránsito realizado para el proyecto, el componente vehicular que se presentaba en la vía es como se aprecia en la siguiente ilustración.

Ilustración 34 Componente vehicular de la vía

DÍA	AUTOMÓVILES	BUSES	CAMIONES			TOTAL DÍA
			C2P	C2G	C3-S2	
LUNES	30	2	4	4		40
MARTES	25	1	5	5		36
MIÉRCOLES	19	1	3	3		26
JUEVES	26	1	4	3		34
VIERNES	28	1	4	4		37
SÁBADO	18	1	3	4		26
DOMINGO	34	2	3	3		42
TOTAL	180	9	26	26	0	241
PORCENTAJE	74,69%	3,73%	10,79%	10,79%	0,00%	100,00%

Fuente: Juan Pablo Acevedo Vela. Estudio de Transito para el Proyecto: Construcción de placa huella y puente vehicular en la vereda Garibay sector Pomeca y Cacharro del municipio de Togüí, departamento de Boyacá. Togüí. 2017. p 6.

En la tabla anterior se puede apreciar que el tránsito de la vía es bajo; y se compone principalmente de vehículos pequeños, sin embargo se tiene una cantidad considerable de camiones, que en últimas son los que determinan la necesidad de construir la placa huella.

- **Resistencia de la subrasante:** Este parámetro es muy importante para determinar el diseño de la placa huella, pues de él depende si la subrasante es apta o no para la consolidación sobre esta de las capas superiores que conforman una estructura de pavimento; en caso que la subrasante no sea suficientemente resistente, es decir con valores de CBR menores al 3%, se debe contemplar la posibilidad de mejoramiento, estabilización o reemplazo de esta por otro material que cumpla los requerimientos.

Conforme a los resultados obtenidos en el estudio de suelos<sup>29</sup> realizado para el proyecto, el tramo vial obtuvo un CBR de diseño de 30%, obtenido con el ensayo de Penetrómetro Dinámico de Cono – PDC. Este valor es muy bueno, lo cual indica que la capa de subrasante tiene una resistencia alta y suficiente como para establecerse como sub base granular. Por tal motivo en el diseño se proyectó la utilización de una Base granular sobre el suelo de subrasante.

Teniendo en cuenta los parámetros mencionados anteriormente, se revisó el diseño geométrico y estructural de cada uno de los componentes que se incluyen en esta obra, los cuales son: Placa huella, Canal de aguas, filtros con geotextil, alcantarilla y cunetas.

De cada uno de los elementos mencionados se puede resumir lo siguiente:

➤ **Placa huella:**

El tramo de Vía se intervendrá con la construcción de una placa huella de 280 metros lineales cuyo ancho promedio es de 5.0 metros los cuales incluyen: Dos huellas en concreto reforzado clase D de 0.15 metros de espesor y 0.9 metros de ancho; Una cinta central de 0.9 metros de ancho y dos franjas laterales de 0.33 metros cada una, y 0.15 metros de espesor en concreto clase G (piedra pegada); y cunetas revestidas en concreto que incluyen bordillo. Donde cada sección se separa por vigas riostras de dos tipos.

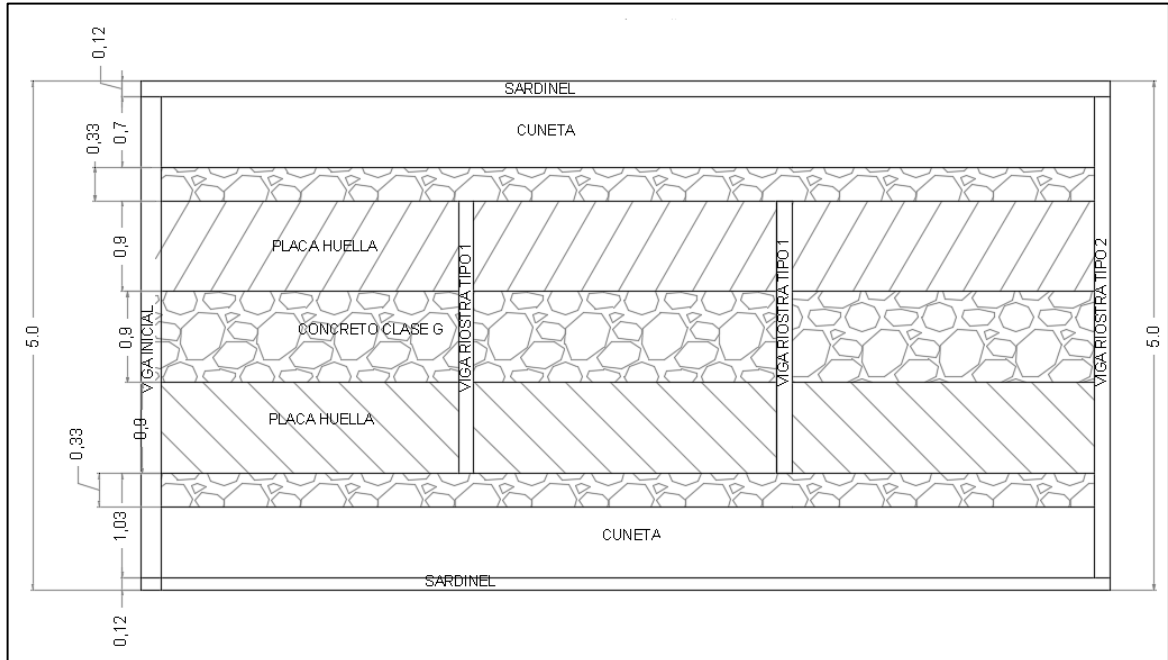
Este tipo de placa huella se asemeja mucho al de “placa huella tipo 4” ...ver página 36... en cuanto a dimensiones y distribución de sus elementos, sin embargo, en este diseño el ancho de las franjas laterales de ciclópeo se reducen para dar más capacidad a la cunetas; además la implementación de dos tipos de vigas riostras.

Durante la ejecución de las obras de placa huella se siguió el diseño propuesto sin haber modificaciones a este.

---

<sup>29</sup> CIVILTERRA. Estudio Geotécnico para la construcción de placa huella en las veredas Gachanzuca – Garibay – Manga del municipio de Togüí, departamento de Boyacá. Tunja. 2016. p 29.

### Ilustración 35 Diseño en planta placa huella del proyecto



Fuente: ING. Luis Alirio Raquira Cardenal. Tramo K0+000 AL K0+200, Planta Placa Huella, Sección Transversal Tipo, Detalles estructura placa huella. Escala 1:25. Togüí. 2017. Plano 3 de 4; 707mm x 500 mm.

#### ➤ Canal de aguas

Se construirá un canal de recolección de agua de 140 metros de largo, y de medidas internas 0.6 metros de alto y 0.5 metros de ancho, en concreto simple reforzado, desde la abscisa k0+000 hasta k0+140; ya que en esta última llega puntualmente un gran flujo de agua de escorrentía proveniente de terrenos aledaños más altos.

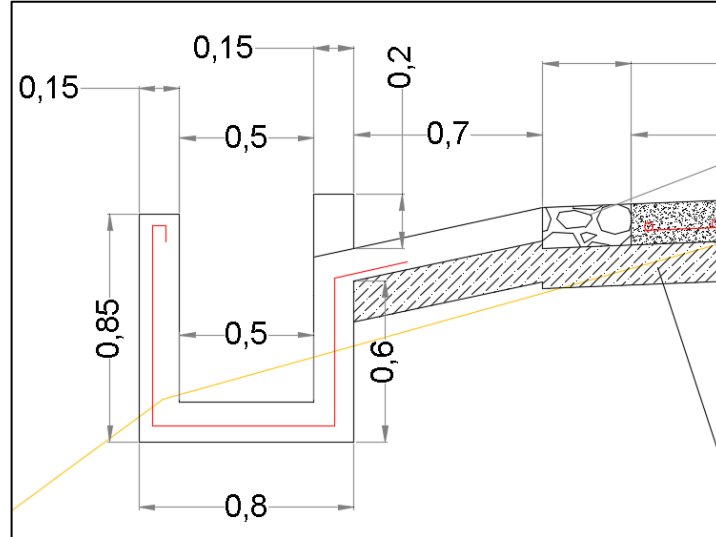
La construcción del canal se hizo de acuerdo al diseño plasmado en los planos y su ejecución no requirió modificaciones sustanciales. El diseño se aprecia en la ilustración 36.

#### ➤ Filtros con geotextil

Estos filtros están compuestos por material de relleno filtrante según norma INVIAS, geotextil y tubería perforada para recibir el agua que se filtra. Será de 0.8 metros de alto y 0.6 metros de ancho a lo largo de la placa huella en ambos costados, menos el tramo que se intervendrá con canal.

Se requiere construir estos filtros ya que la zona del proyecto es muy húmeda y en especial el tramo a intervenir ya que se encuentran varios yacimientos de agua.

Ilustración 36 Diseño canal de recolección de aguas



Fuente: ING. Luis Alirio Raquira Cardenal. Tramo K0+000 AL K0+200, Planta Placa Huella, Sección Transversal Tipo, Detalles estructura placa huella. Escala 1:25. Togüí. 2017. Plano 3 de 4; 707mm x 500 mm.

**3.2.2 Puente Vehicular.** Se construirá un puente vehicular de 8.5 metros de luz y 3.17 metros de ancho, el cual incluye un tablero con placa de Concreto reforzado de 0.17 metros de espesor y vigas longitudinales de 0.65 metros de alto y 0.3 metros de ancho; Dos estribos en concreto reforzado de 4.5 metros de alto cada uno, con sus respectivas ménsulas y zapatas debidamente reforzadas con acero de 60000 PSI.

Se hace necesario la construcción de los enfoques de entrada y de salida con un relleno de material granular; y para garantizar la estabilidad de estos y su facilidad de construcción, se construirán dos muros en gaviones de 10 metros de largo y 3 metros de altura. El puente también incluye barandas de protección en tubería metálica en ambos costados.

El diseño de este puente se puede clasificar dentro del tipo de puente de viga, normalmente apoyado en sus extremos y con vigas longitudinales que soportan la carga del tablero. Al diseño de este puente no se le hizo cambios o ajustes al momento de su construcción.

**3.2.3 Apreciación de los diseños.** De acuerdo al punto de vista propio y el de la empresa H & H CONSTRUCTORES INGENIERIA S.A.S, los diseños anteriormente mencionados son aptos para el tipo de obra que se requiere en estos sitios.

Principalmente la placa huella, pues a pesar de no ajustarse a ningún tipo establecido, bien sea por el Departamento Nacional de Planeación- DNP o el Ministerio de Transporte, si es el que se requiere pues lo determina la importancia que tienen las obras de drenaje. Ya que se debe hacer un adecuado control del abundante agua que allí se presenta tanto de escorrentía como subsuperficial. Lo anterior derivado del respectivo estudio hidrológico e hidráulico que se usó para el proyecto, cuyos cálculos y análisis, dieron como resultado que el caudal máximo estimado para la alcantarilla existente ubicada en el k0+000 de la vía es 38.06 l/s.

La geometría del diseño es acorde con las dimensiones de la vía existente, pues no se permite la conformación de una calzada más ancha pues esto implicaría mayores movimientos de tierra; además, según el estudio de tránsito, la vía no requiere manejar un alto flujo vehicular, que se pueda presentar en dos sentidos.

Así mismo, la proyección de construir una base granular en lugar de una subbase, obedece al resultado de CBR que dio el respectivo estudio de suelos del tramo, donde se determinó que la subrasante tiene la suficiente resistencia como para servir de subbase granular.

En cuanto al puente, el diseño está bien hecho cada uno de sus elementos está bien relacionado y con el detalle necesario para su construcción; sin embargo, luego de realizar la visita de proyección de obra previa al inicio de la misma, se determinó y concluyó que hubiese sido mejor implementar un diseño diferente, de mayores dimensiones para facilitar el proceso constructivo.

Para entender mejor la magnitud y análisis de lo anteriormente descrito se anexan los respectivos planos de diseño tanto de la placa huella como del puente vehicular. (Ver Anexo B)

**3.2.4 Análisis de costos de la obra.** Para tratar de comprender el aspecto presupuestal del proyecto se realiza el siguiente análisis de costos de la placa huella.

El valor total estimado para la construcción de la placa huella y los elementos de drenaje que la conforman (Cunetas, Canal y filtro) es de **\$ 375.030.568,59**, este valor incluye el costo de la Administración, Imprevistos y Utilidades (AIU) del 30%.



Siendo así, el costo por metro lineal de placa huella con los elementos de drenaje es de **\$ 1.339.394,89**; mientras que el costo por kilómetro es de **\$ 1.339.394.887,81**.

Estos costos pueden variar ligeramente según como se desarrolle la ejecución de las obras.

### **3.3 VISITA PREVIA AL LUGAR DE OBRA**

Se adelantó una visita inicial a los sitios de la obra para conocer de primera mano las principales características y factores de las zonas, que puedan influir en el desarrollo del proyecto. La visita se hizo en compañía del Ingeniero HOLMAN ÁLVAREZ CALDERON, en su calidad de coordinador de la práctica y miembro activo de la empresa H & H CONSTRUCTORES INGENIERIA S.A.S. junto con otros miembros de la empresa como director de obra y algunos residentes de otras obras.

El respectivo registro fotográfico de la visita previa al lugar de obra se puede apreciar en el Anexo C de este documento.

### **3.4 SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO ANTE LA COMUNIDAD DE LA ZONA**

Esta socialización se llevó a cabo el día 10 de marzo de 2018 ante la comunidad de la zona en una reunión que se realizó en el sector cacharro (puente) de la vereda Garibay del municipio de Togüí, en la que intervino además del contratista, el representante de la interventoría y las autoridades municipales encabezadas por el Alcalde y Secretario de Planeación del Municipio.

Para iniciar, tomó la palabra el señor Alcalde Municipal, **GERMÁN ALFONSO SÁNCHEZ SAAVEDRA**, quien hizo una breve introducción, tocando temas de financiación, alcances, metas y objetivos del proyecto; junto con la presentación a la comunidad del grupo de trabajo encargado de llevar a cabo la ejecución y supervisión de las obras. Luego intervino el Secretario de Planeación del Municipio, el Ingeniero. **CRISTIAN NEIRA GARZON**, el cual explicó de manera general los aspectos técnicos del proyecto.

Finalmente, en representación de la firma contratista, la empresa **H&H CONSTRUCTORES INGENIERIA SAS**, se dirigió a la comunidad el Ingeniero JOSE AVELLA AFRICANO, quien como Ingeniero residente de obra, está ampliamente informado de los aspectos técnicos específicos de cada una de las actividades contempladas en el proyecto. Explicando a los asistentes las obras a

realizar, los plazos contemplados, las metas que se esperan obtener; y así mismo, solicitándoles toda la colaboración posible en la resolución de conflictos que se llegasen a tener.

La comunidad atendió amablemente a cada intervención y al final generaron alguna serie de preguntas e inquietudes técnicas del proyecto, a las cuales se les dio una clara respuesta a satisfacción de los mismos. Estos se comprometieron a colaborar en lo que fuese necesario, en temas de ocupación de predios, obstrucción del tránsito y algunos aspectos del tipo social para con el personal que trabajaría en las zonas del proyecto. También, acordaron conformar una veeduría ciudadana para estar al tanto de los avances de las obras.

De la socialización anteriormente descrita, se tiene un registro fotográfico anexo a este informe. (Ver Anexo D).

## **4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA EJECUCIÓN FÍSICA DE LA OBRA**

Las actividades realizadas en el ejercicio de la práctica empresarial, se llevaron a cabo desde el 01 de febrero hasta el 9 de junio del presente año; abarcando dos frentes de obra (Placa huella y Puente vehicular), simultáneamente.

Las actividades que a continuación se describen, son producto de la supervisión personal y constante de las obras desarrolladas según lo estipulado en el contrato. Obras desarrolladas por el personal idóneo para ello y guiadas por los profesionales competentes designados por la empresa contratista; cuya supervisión legal es llevada a cabo en concordancia por la parte de interventoría y oficina de planeación municipal. Cabe aclarar que en ningún caso las actividades descritas hacen referencia a decisiones propias del autor.

### **4.1 COMITÉS DE OBRA**

Antes de la descripción de los diferentes procesos constructivos, se debe abarcar primero el tema de los Comités de Obra, llevados a cabo conjuntamente a la par con el desarrollo de las actividades del proyecto. Ya que en estos se tomaron decisiones que influyeron notoriamente en el normal desarrollo de las obras y se variaron algunas actividades planteadas inicialmente.

**4.1.1 Comité de obra N° 1.** Se realizó el comité de obra N° 1 el día 15 de marzo de 2018 junto con los actores que intervienen en el proyecto; contratista, interventoría y municipio. En este se tomaron algunas decisiones concernientes al desarrollo de la obra.

Se hizo una visita a los sitios de obra tanto de la placa huella como del puente; teniendo en cuenta estas visitas, se tomaron las siguientes decisiones.

En el lugar de la placa huella, a consecuencia de las constantes precipitaciones de los días anteriores a la visita, se logró evidenciar que las aguas de escorrentía que eventualmente deben ser tratadas con la alcantarilla proyectada, se estaban devolviendo a la vía en el PR 0+150 aproximadamente, esto debido a las condiciones topográficas de los terrenos donde estaría proyectado el descole de la alcantarilla. Por lo anterior se determinó que la construcción de la alcantarilla es inviable y se deja abierta la alternativa de solución al problema del tratamiento de aguas superficiales en este sitio.

También se trató el tema de la ampliación del filtro de la placa huella para el descargue de las aguas captadas por este hasta el río Pomeca.

En el sector el Cacharro, lugar de la construcción del puente, no se ha podido adelantar obras por la falta del permiso de ocupación del cauce que debe ser expedido por CORPOBOYACA, sin embargo, el secretario de planeación del municipio, expresa que el trámite ya se realizó y se está a la espera de la resolución.

En consecuencia se levantó el Acta de Comité de Obra N° 1, el cual se anexa a este documento. (Ver Anexo E)

**4.1.2 Comité de obra N° 2.** Se llevó a cabo el comité de obra N° 2 el día 27 de marzo de 2018 junto con los actores que intervienen en el proyecto; contratista, interventoría y municipio. En este se aprobaron los ajustes relacionados con las obras de drenaje de la placa huella y se acordaron otros aspectos.

Se determina y aprueba la necesidad de la incorporación al filtro de una tubería de 4" perforada, para que tenga más capacidad el filtro y funcione mejor la obra de drenaje.

Se deja consignado que debido a la gran presencia de macizo rocoso en la excavación para el filtro, ha sido imposible respetar o procurar mantener un ancho de excavación de 0.6 metros como se tiene en el diseño; quedando en promedio un ancho de 0.9 metros, lo que genera un aumento en la cantidad de excavación y por ende de construcción del filtro.

En este comité se confirma y aprueba, por parte de la interventoría, la inviabilidad que tiene la construcción de la alcantarilla y se dejó abierta la posible solución al problema de drenaje.

Se manifestó por parte del contratista, una serie de retrasos en el cronograma, debido a las fuertes lluvias que se presentaban a diario en la zona de la placa huella lo que obligaba a solo trabajar media jornada en la construcción del filtro.

De lo anterior se levantó el acta de comité de obra N° 2, el cual se anexa a este documento. (Ver Anexo F)

**4.1.3 Comité de obra N° 3.** Se realizó el comité de obra N° 3 el día 12 de abril de 2018 junto con los actores que intervienen en el proyecto; contratista, interventoría

y municipio. En este se tomaron algunas decisiones concernientes al desarrollo de la obra en cuanto a excavaciones adicionales.

Se visitó el sitio de obra de la placa huella donde se evidenció que era necesario realizar la excavación mecánica del talud en el lado derecho desde el PR 0+220 hasta el PR 0+269; debido a que este talud se encontraba saturado de agua, generando derrumbes. Además, se requería dicha excavación para seguir con la construcción del filtro, ya que al encontrarse un aljibe que brota de dicho talud se hacía necesario encausar sus aguas en el filtro y llevarlo hasta el cuerpo de aguas más cercano. Esta actividad fue aprobada por la interventoría y la supervisión.

Se reiteró la imposibilidad de respetar el ancho de excavación de 0.6 metros como se tenía en el diseño, debido a la continua presencia de macizo rocoso en la zona; quedando en promedio un ancho de 0.9 metros, lo que generó un aumento en la cantidad de excavación y por ende de construcción del filtro.

Se hizo el requerimiento de utilizar los equipos de protección para el personal que intervenía en la obra.

Se manifestó por parte del contratista, la afectación en el rendimiento de las actividades de obra en especial de la excavación del filtro por la temporada invernal que atravesaba la región en esas fechas, con altas y permanentes precipitaciones, ya que provocó derrumbes del talud del lado derecho de la vía y con ello la colmatación en la brecha que se realizaba para la construcción del filtro.

En consecuencia se levantó un Acta de Comité de Obra, el cual se anexa a este documento. (Ver Anexo G)

## **4.2 SUPERVISIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA HUELLA**

En la construcción de la placa huella se hace necesario la implementación de varias obras para que esta quede totalmente funcional, brinde un adecuado servicio de movilidad y sea perdurable en el tiempo. Por tal motivo se contempla la construcción de filtros, canal de aguas, cunetas y la capa o superficie de rodadura propiamente dicha con sus respectivos componentes y función estructural. Así mismo está estipulado la construcción de una alcantarilla, pero como se vio anteriormente en este informe, finalmente se tomó la decisión técnica de no construirla. ...ver numeral 4.1.2...

**4.2.1 Construcción del filtro.** Durante la práctica se supervisó el procedimiento de construcción de un filtro a un costado de la vía a intervenir con Placa Huella.

Inicialmente se tenía proyectado la construcción de 280 metros lineales de filtro en el costado derecho de la vía y 140 metros lineales al costado izquierdo; sin embargo al replantear la obra, no se ve la necesidad de construir el filtro del costado izquierdo, pues allí se manejarían las aguas con el canal de recolección que se tiene proyectado; mientras que en el costado derecho, se tuvo la necesidad de ampliar la longitud del filtro en 30 metros aproximadamente para encausar las aguas hacia el cuerpo de agua más cercano que es el Rio Pomeca.

Básicamente, este proceso constructivo se divide en dos partes o actividades, en la excavación y posteriormente la construcción del filtro.

**4.2.1.1 Excavación.** Esta actividad se realizó de manera mecánica con la utilización de una retroexcavadora y de martillos neumáticos; debido a que el suelo en esta zona, está conformado inicialmente por recebo y arcillas hasta una profundidad de 0.5 metros, de allí en adelante se compone de rocas sedimentarias, más exactamente arcillolitas de color gris oscuro.

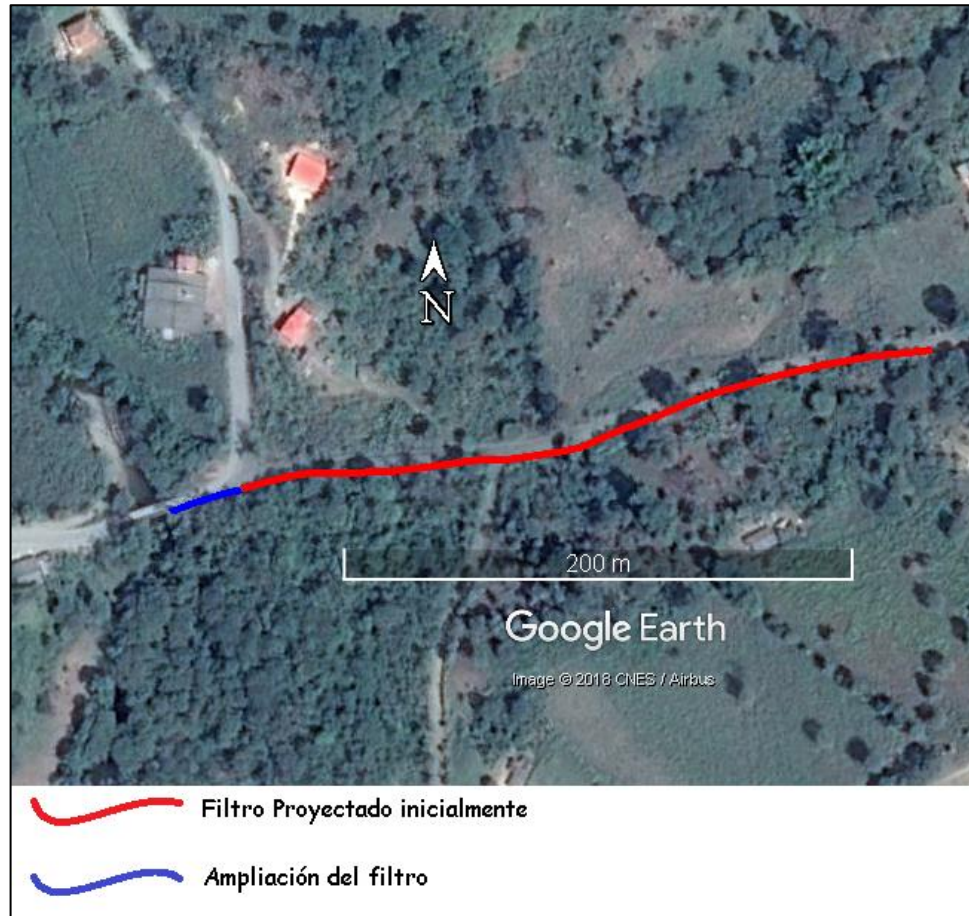
Ilustración 37 Obras de excavación en roca

	
<p>Fuente: Propia</p>	<p>Fuente: Propia</p>
<p>Según el estudio de suelos realizado para el proyecto, el tipo de material encontrado en la excavación es una roca sedimentaria arcillolita de color grisáceo. (Fecha de captura:10/03/2018 en el PR0+040)</p>	<p>Se requiere de la utilización de una retroexcavadora para hacer la zanja donde va el filtro. (Fecha de captura:10/03/2018 en el PR0+030)</p>

Fuente: Registro propio

La excavación se inicia desde la cota más baja, hacia la más alta del perfil de la vía; exactamente se inició la excavación en el margen del río Pomeca donde se descargaría el agua captada por este filtro y se finalizó en el PR 0+280, lo que da una longitud total de excavación de 310 metros lineales.

Ilustración 38 Localización de la excavación del filtro sobre la vía a intervenir



Fuente: Imagen satelital Google earth.

Se inició con la excavación usando una retroexcavadora, la cual iba abriendo la brecha en el suelo hasta donde encontraba rocas de gran dureza que ya no podía manejar. En este punto se usaba un martillo neumático, manipulado por el maestro de obra experto en este procedimiento, fracturando las rocas hasta un tamaño manejable tanto para la retroexcavadora como para la extracción manual de los obreros.

Esta excavación requirió la desviación provisional del cauce del agua emanada por un yacimiento en el PR0+285, sin embargo, la gran presencia de humedad en la zona, hacía que constantemente circulara agua por la excavación.



Ilustración 39 Obras de excavación del filtro

	
<p>Fuente: Propia</p>	<p>Fuente: Propia</p>
<p>Desviación de las aguas producidas por el yacimiento, para facilitar el trabajo de excavación. (Fecha de captura:10/03/2018 en el PR0+100)</p>	<p>Presencia constante de agua durante la excavación, producto de un aljibe en la parte baja del talud a la altura del PR 0+280. (Fecha de captura:10/03/2018 en el PR0+040)</p>

Fuente: Registro propio

El material proveniente de la excavación se retiró usando la pala de la retroexcavadora y se dispuso en el botadero autorizado por la administración municipal; el cual se trata de un predio propiedad de esta, ubicado a menos de 5 km del sitio de obra.

Para proporcionar las medidas finales de la excavación se usó el martillo neumático y herramienta menor (picos y palas), terminando con la excavación en una longitud total de 310 metros, ancho promedio de 0.9 metros y profundidad de 0.8 metros, dejando listo el terreno para la posterior construcción del filtro. Con estas dimensiones se tiene un volumen excavado de material común y roca de 223.2 m<sup>3</sup>.



Ilustración 40 Obras de excavación del filtro

	
<p>Fuente: Propia</p>	<p>Fuente: Propia</p>
<p>Para dar las dimensiones finales y dejar las paredes y el fondo de la excavación lo mas parejas posibles, se utiliza un martillo neumático para sincelar la roca. (Fecha de captura:10/03/2018 en el PR0+060)</p>	<p>Las dimensiones finales promedio de la excavación fueron de 0.8 metros de alto y 0.9 metros de ancho. Se aprecia uniformidad en la excavación. (Fecha de captura:15/03/2018 en el PR0+050)</p>

Fuente: Registro propio

**4.2.1.2 Construcción del filtro.** Para la construcción del filtro se usaron los siguientes materiales:

- **Geotextil**

Compuesto por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, dispuesto de manera uniforme y estable. Con capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas de suelo.

- **Material filtrante**

Obtenido de la trituración de piedra o roca, o de una mezcla de ambos, constituido por fragmentos duros y resistentes, y cumple con las siguientes características:

- *Granulometría:* Material filtrante constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz de 100 mm (4") y el de 19.0 mm (3/4"). No se

requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño.

- *Resistencia a la abrasión:* Medido en la máquina de Los Ángeles, según la norma de ensayo INV E-219, el desgaste no podrá ser mayor de cuarenta por ciento (40%).

- **Suelo impermeable**

Para el sello del filtro una vez puesto y sellado el geotextil.

- **Tubería perforada de 4"**

Este material no se tenía previsto en el presupuesto inicial del proyecto, pero al ver la cantidad de agua que se debe evacuar, se tomó la decisión de usarlo.

El proceso constructivo fue el siguiente:

Después de la excavación, se colocó el geotextil en la franja obtenida, de manera que cubriese totalmente el perímetro de la excavación, acomodándolo lo más ajustado posible al fondo y las paredes de la zanja y dejando la cantidad necesaria para cubrir el material filtrante junto con el debido traslapo, de unos 0.3 metros.

Luego se colocó la tubería perforada en el fondo del geotextil, acomodándola en la mitad de la base de este.

Se dispuso el material filtrante dentro de la zanja de manera cuidadosa con el fin de no dañar la tubería o rasgar el geotextil, este relleno se dejó hasta la altura estipulada de aproximadamente 1.0 metro.

Ilustración 41 Obras de construcción del filtro

	
<p>Fuente: Propia</p> <p>Colocación del geotextil y de la tubería en la zanja excavada. (Fecha de captura:05/04/2018 en el PR0+045)</p>	<p>Fuente: Propia</p> <p>Disposición del material filtrante sobre la excavación con geotextil. (Fecha de captura:05/04/2018 en el PR0+045)</p>

Fuente: Registro propio

Se cubrió el material filtrante con el geotextil que se dejó inicialmente, traslapándolo unos 30 centímetros y cociéndolo para que no se abra en el proceso de sellado del filtro. Se recubrió el filtro con material impermeable en capas sucesivas no mayores a 10 centímetros.

Ilustración 42 Obras de construcción del filtro

	
<p>Fuente: Propia</p>	<p>Fuente: Propia</p>
<p>Cubrimiento del material filtrante con el geotextil. Este se cose para mantener el traslapo en su sitio. (Fecha de captura:09/04/2018 en el PR0+025)</p>	<p>Recubrimiento del filtro con material granular impermeable para sellar y alcanzar la cota deseada para las siguientes actividades en la placa huella. (Fecha de captura:09/04/2018 en el PR0+020)</p>

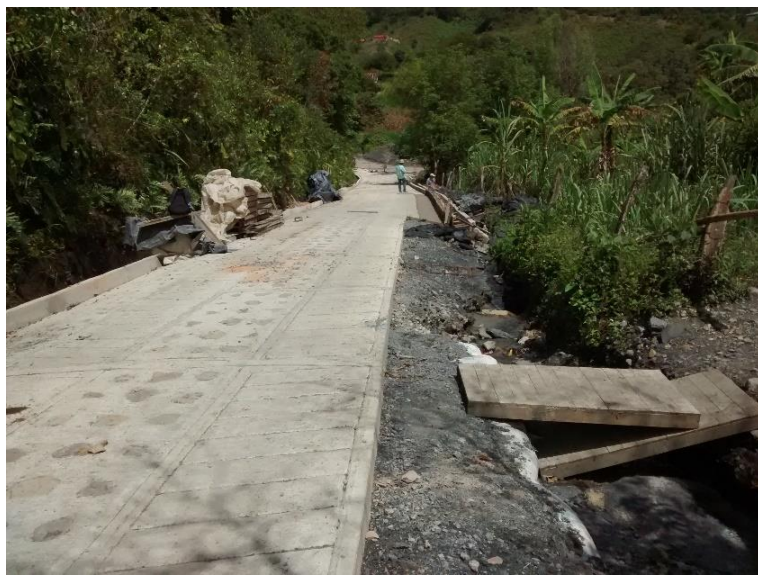
Fuente: Registro propio

**4.2.2 Construcción Placa Huella.** Se dio inicio a las obras de construcción de la placa huella como tal, para un tramo trabajado de 75 metros aproximadamente.

La sección transversal de este tramo incluye todos los elementos de la calzada de la placa huella (huellas, cintas de ciclópeo, cunetas y vigas riostras), sin tener en cuenta la sección del canal de recolección de agua.



Ilustración 43 Sección completa de placa huella



Fuente: Propia

Sección de placa huella terminada. (Fecha de captura:09/06/2018 en el PR0+060)

Fuente: Registro propio

En la construcción de la placa huella y sus diferentes elementos se contemplaron las siguientes actividades:

**4.2.2.1 Localización y replanteo topográfico.** Se realizó la localización y replanteo topográfico de 0.31 km, tanto de la extensión total de la vía a intervenir como de la franja adicional de 30 metros de filtro que se proyectó para completar el mismo.

Se inició con la revisión sobre los planos de los elementos de diseño geométrico y se verificó el funcionamiento y calibración del equipo de medición, en este caso una estación electrónica con aproximación al segundo.

Se materializó el eje del proyecto cada cinco metros a partir de las coordenadas de diseño expuestas en los planos y se referenciaron diferentes puntos de interés como taludes, aljibes, entradas a predios, etc.

Se niveló el eje, para obtener el perfil inicial del proyecto y así tener control sobre la obra; materializando las cotas de chaflanes de acuerdo con las carteras de diseño mediante el uso de estacas, dejando algunas de estas como referencia para posibles replanteos.

**4.2.2.2 Excavaciones a máquina.** Se hicieron las excavaciones correspondientes al talud ubicado entre las abscisas K0+220-K0+269 y la subrasante existente.

Con la utilización de maquinaria pesada, en este caso una retroexcavadora, se realizaron las primeras excavaciones de material para conformar la vía. Inicialmente se excavó y/o removió material de un talud que se encontraba en las abscisas ya mencionadas, esto con el fin de ampliar la vía a intervenir en este tramo y así cumplir con los anchos establecidos en los diseños para la estructura de placa huella y filtros<sup>30</sup>. Se excavó una franja de material de 1.0 metro de ancho por 1.0 metro de alto y 49 metros de longitud aproximadamente, lo que dio como resultado un volumen de 49.8 m<sup>3</sup> de material proveniente de este talud.

Además, se realizó la excavación de 107 m<sup>3</sup> para mejoramiento de la subrasante y conformación de la vía; esto se hizo removiendo la superficie existente hasta las cotas de diseño, en un espesor de 0.2 metros y un ancho de 5.14 metros, lo que da una longitud de vía de aproximadamente 110 metros, quedando lista para la actividad siguiente que es la conformación y compactación de la subrasante. Se utilizó la retroexcavadora para este trabajo, donde se tuvo especial cuidado en medir constantemente las cotas, para no incurrir en una sobre excavación de material, incrementando así los costos de obra.

Igualmente esta actividad incluía el retiro y transporte del material excavado al sitio autorizado por el interventor y la administración municipal.

Ilustración 44 Excavación en la vía



Fuente: Registro propio

<sup>30</sup> Cabe aclarar que esta actividad se realizó antes de la construcción del filtro en este tramo.

**4.2.2.3 Conformación y compactación de la subrasante.** Se realizó la conformación y compactación de 535 m<sup>2</sup> de subrasante según la normatividad y las especificaciones dadas en los planos y diseños.

Una vez excavado el material donde se expone el nivel de subrasante que se usaría para la placa huella, se utilizó una motoniveladora con escarificador para disgregar el material de esta capa, con el fin de poder humedecer el material y compactarlo apropiadamente.

Primero pasa la motoniveladora por la subrasante expuesta utilizando el escarificador y disgregando el material a lo largo de 110 metros de vía aproximadamente y en el ancho establecido en el diseño (5.14 m).

Luego se humedeció el material manualmente; y una vez obtenida la humedad apropiada, se utilizó el vibrocompactador para compactar nuevamente la subrasante. Fue necesario que este equipo hiciera varias pasadas sobre la vía hasta que la interventoría dio el visto bueno del nivel de densidad de la capa, mediante pruebas de densidad in situ.

Ilustración 45 Conformación y compactación de la subrasante

	
Fuente: Propia	Fuente: Propia
Escarificación de la subrasante. (Fecha de captura: 14/04/2018 en el PR0+065)	Compactación de la subrasante. (Fecha de captura: 14/04/2018 en el PR0+038)

Fuente: Registro propio

**4.2.2.4 Conformación de la base granular.** Se realizó el suministro, extendida y compactación de 113 m<sup>3</sup> material de base granular para el mejoramiento del tramo de vía a intervenir el cual será la base para la estructura de placa huella.



Antes de iniciar esta actividad, se verificaron las cotas en las que quedó la subrasante; y una vez confirmadas se dio la autorización para depositar el material a lo largo de la vía en aproximadamente 11 viajes de volqueta, ya que esta tenía una capacidad de 10 m<sup>3</sup> por viaje. Este material fue extraído de una cantera ubicada a 13 kilómetros de la obra y cumple con los requerimientos, licencias y permisos al día

Se llevó a cabo un trabajo conjunto entre la volqueta que suministraba el material y la motoniveladora, de tal forma que el material de cada viaje se extendiera una vez suministrado y no bloqueara la vía, entorpeciendo el proceso. El material se extendía inicialmente de manera manual hasta permitirle a la motoniveladora su manejo, extendiéndolo en espesores de entre 10 y 20 centímetros.

Una vez obtenidas capas uniformes del material extendido y verificando la humedad de este, donde si era necesario se añadía agua a la mezcla, entraba en operación el vibro compactador, compactando la capa hasta obtener un espesor de aproximadamente 10 cm. Este proceso se repitió hasta conseguir el espesor de capa de Base Granular deseado que fue de 20 cm, según diseño.

Cabe resaltar que una vez lista la capa de base granular, se debe continuar con el proceso constructivo de la capa siguiente, es decir la capa de rodadura; por lo que las siguientes actividades se procuraron hacer de manera inmediata.

Ilustración 46 Conformación base granular

 <p>Fuente: Propia</p>	 <p>Fuente: Propia</p>
<p>Extendida del material para base granular. (Fecha de captura: 18/04/2018 en el PR0+045)</p>	<p>Compactación de la base granular. (Fecha de captura: 18/04/2018 en el PR0+045)</p>

Fuente: Registro propio



**4.2.2.5 Excavación vigas riostras.** Se realizó la excavación de 2,44 m<sup>3</sup> de material común para la construcción de las vigas riostras tipo 1 y tipo 2 según diseños y que hacen parte de la estructura de placa huella.

Una vez se tiene la capa de base granular lista, se procede a excavar manualmente sobre estas franjas transversales de 0.15 m de ancho por 0.10 m de alto, para la implantación allí de las vigas riostras las cuales se distancian una de otra cada 3 metros, donde cada 9 metros va la viga riostra tipo 2, ya que esta tiene una longitud de 4.76 metros abarcando el ancho total de la placa huella junto con las cunetas.

Ilustración 47 Excavación manual para las vigas riostras



Fuente: Propia

Excavación para las vigas riostras tipo 1 y 2. (Fecha de captura: 23/04/2018 en el PR0+025)

Fuente: Registro propio

**4.2.2.6 Construcción huellas de concreto.** Esta actividad conlleva la construcción de diversos elementos que componen la estructura de la placa huella, como lo son las huellas de concreto y las vigas riostras, los cuales deben ser fundidos monolíticamente; además de la rampa de acceso.

Este proceso comprende el armado de las formaletas, la disposición del acero de refuerzo y la fundición de las estructuras de concreto así:

- **Formaletas:** Se disponen las formaletas según el diseño inicial, asegurándolas en su sitio mediante varillas cortadas a medida e hincadas

en la base. Para estas formaletas se usa tablas de madera tipo tabla burra de anchos variables dependiendo la altura que se espera para cada estructura de concreto. El material de estas formaletas cumple con lo indicado en la norma que aplica para esta actividad. Para la fundición de las vigas riostras no se requirió formaleta, ya que estas se funden monolíticamente con las huellas y cunetas.

Ilustración 48 Disposición de las formaletas



Fuente: Propia

Formaletas para las huellas de concreto. (Fecha de captura: 23/04/2018 en el PR0+025)

Fuente: Registro propio

- **Acero de refuerzo:** Se realizó el suministro, figurado y armado de aproximadamente 1800 kg de acero de refuerzo según diseños, equivalentes a los utilizados en las vigas riostras tipo 1 y tipo 2 y las huellas en concreto de la estructura de un tramo de vía de 110 metros.

Todo el acero utilizado tiene una resistencia a la tensión de 60000 PSI o 420 MPa y su diámetro es de 3/8" o #3.

Primero se armó la estructura de refuerzo para las vigas, cortando las varillas a medida y doblándolas según diseño para formar los flejes. Igualmente se cortaron las varillas longitudinales y se amarraron a las esquinas internas de cada fleje usando alambre negro. Cada fleje se distanció uno de otro a 20 cm.

Se armaron estructuras de acero para las vigas tipo 1 y 2 y se colocaron en la zanja excavada de cada viga, dando el espaciamiento necesario para el recubrimiento del concreto.

Luego se armaron en su lugar cada “malla” de refuerzo para las huellas, formando prácticamente una cuadrícula de 20 cm x 20 cm de varillas. Estas se emplazaban sobre las armaduras de las vigas ya puestas, donde lo particular es que el refuerzo longitudinal se hizo continuo con traslapes de 60 cm cada 6 m.

Ilustración 49 Disposición del acero de refuerzo



Fuente: Registro propio

- **Suministro e instalación de concreto simple de 21 MPa (3000):** Se realizó el suministro e instalación de 36.5 m<sup>3</sup> de concreto simple de 21 MPa según diseños, para la construcción de las dos huellas de la estructura y de las vigas riostras que se localizaban en 110 metros lineales de vía.

La mezcla se preparaba en el sitio de obra con la dosificación indicada, agregando a la mezcladora primero el agua requerida; a continuación se añadía simultáneamente la arena y el cemento y por último el agregado grueso, dejando un tiempo promedio de mezclado de 2 minutos a la velocidad normal de la mezcladora.



Luego de tener lista la mezcla de concreto, se vertía dentro de las formaletas anteriormente dispuestas de manera cuidadosa para que el agregado grueso no se separara de la mezcla, comenzando por el extremo inferior de cada huella, avanzando en el sentido ascendente de la misma.

A medida que se vaciaba el concreto, se les golpeaba a las armaduras para procurar que la mezcla cubriera todo el refuerzo; y después de depositar el concreto con el espesor deseado, se insertaba un vibrador para eliminar los espacios con aire de la mezcla.

Luego se niveló cuidadosamente las superficie de para obtener la forma y dimensiones indicadas en el diseño, obteniendo un espesor final de las losas de 15 cm; y se dejó un estriado final tipo espina de pescado sobre el concreto fresco, con el fin de brindar una buena adherencia a los vehículos y ayudar a la evacuación del agua que pueda circular sobre la placa huella. Así mismo se hacían las juntas transversales entre las huellas y las vigas riostras.

Finalmente se dejaba curar totalmente el concreto por 7 días y se procedía a retirar las formaletas.

Ilustración 50 Colocación del concreto

 <p>Fuente: Propia</p>	 <p>Fuente: Propia</p>
<p>Construcción de la huellas de concreto y vigas riostras. (Fecha de captura: 05/05/2018 en el PR0+062)</p>	<p>Huellas de concreto y vigas riostras terminadas. (Fecha de captura: 09/05/2018 en el PR0+030)</p>

Fuente: Registro propio

**4.2.2.7 Construcción franja central en concreto ciclópeo.** Se realizó el suministro e instalación de 25 m<sup>3</sup> de concreto ciclópeo de 17.5 MPa con relación 60% de concreto y 40% de piedra rajón según diseños, para el centro de vía y sobre anchos equivalentes a 75 metros lineales de vía terminada.

Antes que nada se armaron las formaletas para las franjas laterales de concreto ciclópeo, pues para la franja central se contenía con las placas huella ya fundidas y curadas.

Se elabora la mezcla de concreto simple como se mencionó anteriormente (agua, arena, gravilla y cemento), colocando una capa de más o menos 7 cm para asentar allí la piedra rajón y evitar que quedara en contacto con la base.

Las piedras de tamaño no mayor a 25 cm debían ser mojadas antes de añadirlas manualmente al concreto simple y distanciadas entre ellas para obtener la proporción deseada. Luego se volvía a verter la mezcla de concreto simple hasta alcanzar el espesor de diseño de la capa (15 cm).

Ilustración 51 Colocación del concreto ciclópeo

	
<p>Fuente: Propia</p>	<p>Fuente: Propia</p>
<p>Piedra rajón lista para ser dispuesta en la franja central. (Fecha de captura: 11/05/2018 en el PR0+062)</p>	<p>Concreto ciclópeo en cinta central y laterales. (Fecha de captura: 15/05/2018 en el PR0+015)</p>

Fuente: Registro propio

**4.2.2.8 Construcción de cunetas.** Se realizó la construcción de cunetas en concreto de 21 MPa equivalentes a 19 m<sup>3</sup> de concreto según diseños. Esto es lo mismo que 86 metros lineales de cunetas, divididos en 53 metros al costado

derecho de la vía y 33 metros al costado izquierdo. Esto debido a que en el costado izquierdo se ubica la construcción del canal de recolección de aguas y este proceso debía ser adelantado en conjunto con la cuneta de ese costado.

Antes que nada se acondicionó la base para que la cuneta tuviese la forma contemplada en el diseño. Se instalaron las formaletas de tal manera que las cunetas quedaran construidas con las secciones y espesores señalados en los planos. Así mismo para los bordillos.

Se hizo la mezcla de concreto y se humedeció la superficie preparada de la cuneta en tierra para colocar el concreto desde el extremo inferior de la cuneta en forma ascendente. Cabe aclarar que estas cunetas no llevan refuerzo puesto que su función es únicamente la de transporte y evacuación de aguas superficiales y no se espera que tengan algún esfuerzo que pudiesen fracturarlas.

Se dejaron juntas de contracción a intervalos de 3 metros, y se removieron las formaletas a los 3 días.

Ilustración 52 Construcción de cunetas.

 	
<p>Fuente: Propia</p>	<p>Fuente: Propia</p>
<p>Elaboración de juntas en la cuneta. (Fecha de captura:06/06/2018 en el PR0+035)</p>	<p>Cunetas y bordillo fundidos en sitio. (Fecha de captura:06/06/2018 en el PR0+045)</p>

Fuente: Registro propio



**4.2.3 Construcción canal de recolección de agua.** Se construyeron 45 metros lineales de canal de recolección de aguas al costado izquierdo de la placa huella, desde la abscisa k0+000 hasta la abscisa k0+045.

Esta actividad incluyó la excavación en roca para conformar la franja, y la construcción propiamente dicha del canal en concreto reforzado. Para ello fue necesario la desviación del cauce que constantemente recorría la zanja. El canal debía ser conectado con una alcantarilla existente que se ubica al inicio de la vía.

Ilustración 53 Obras para la construcción del canal

	
<p>Fuente: Propia</p>	<p>Fuente: Propia</p>
<p>Desviación del cauce. (Fecha de captura:09/06/2018 en el PR0+045)</p>	<p>Alcantarilla destino del canal. (Fecha de captura:12/05/2018 en el PR0+003)</p>

Fuente: Registro propio

**4.2.3.1 Excavación para la construcción del canal.** Se realizó la excavación de 45 m<sup>3</sup> de roca y material común para la construcción del canal de recolección de aguas de escorrentía.

Esto se hizo principalmente a mano con herramienta menor tipo pico y pala y en algunas partes se requirió la utilización de la retroexcavadora por presentarse rocas de dureza significativa.

El ancho y altura promedio de esta excavación fue de 1 metro a lo largo de 45 metros. Luego se conformó una capa de material granular “gravilla” para la base del canal.

Ilustración 54 Construcción canal de recolección de aguas

	
<p>Fuente: Propia</p>	<p>Fuente: Propia</p>
<p>Excavación para el canal. (Fecha de captura:12/05/2018 en el PR0+005)</p>	<p>Capa de material granular para la base del canal. (Fecha de captura:16/05/2018 en el PR0+030)</p>

Fuente: Registro propio

**4.2.3.2 Acero de refuerzo del canal.** Se realizó el suministro, figurado y armado de 560,20 kg acero de refuerzo según diseños, para la construcción del canal de recolección de aguas de escorrentía.

Básicamente se hizo sobre la excavación la armadura de la base y paredes del canal, con acero de 60000 PSI y varillas de  $\frac{1}{2}$ " o #4. Se cortaron las varillas a medida y se doblaron según diseño.

Ilustración 55 Acero de refuerzo canal de recolección de aguas

	
<p>Fuente: Propia</p>	<p>Fuente: Propia</p>
<p>Colocación de la armadura de refuerzo. (Fecha de captura:26/05/2018 en el PR0+040)</p>	

Fuente: Registro propio



**4.2.3.3 Concreto simple para la construcción del canal.** Se realizó el suministro e instalación de 13.06 m<sup>3</sup> de concreto simple de 21 MPa según diseños, para la construcción del canal de recolección de aguas de escorrentía. Esto corresponde a 45 metros lineales de canal.

Una vez dispuestas las armaduras de refuerzo en su lugar, se armaron las formaletas inicialmente para a base del canal.

Se vertió el concreto simple para la base del canal en un espesor de 15 cm, se golpeaba la armadura para que el concreto recubriera la totalidad de esta y se vibraba la mezcla para eliminar los espacios de aire en ella.

Luego de endurecerse lo suficiente la base, se armó las formaletas para la pared exterior del canal con las dimensiones establecidas en los planos de diseño y se fundió el concreto allí, procediendo de la misma manera que con la base.

Ilustración 56 Construcción canal de recolección de aguas

	
<p>Fuente: Propia</p> <p>Base del canal en concreto. (Fecha de captura:18/05/2018 en el PR0+005)</p>	<p>Fuente: Propia</p> <p>Fundición de la pared externa del canal. (Fecha de captura:24/05/2018 en el PR0+020)</p>

Fuente: Registro propio

Finalmente se construyó la pared interna del canal de la misma manera que con la externa. Esta se constituye en el mismo elemento que el bordillo de la cuneta de este costado, dejando salidas de agua cada 2 metros para evacuar el agua de la cuneta al canal.

Ilustración 57 Construcción canal de recolección de aguas



Fuente: Propia

Canal terminada en un tramo de 45 metros, se observan las salidas de agua en la pared interna.  
(Fecha de captura:09/06/2018 en el PR0+045)

Fuente: Registro propio

Finalmente y para completar la sección de placa huella, se construyó la cuneta del costado izquierdo junto al canal de recolección de aguas con el proceso mencionado anteriormente ...ver numeral 4.2.2.8...

Ilustración 58 Construcción cuneta costado izquierdo de la vía



Fuente: Propia

Cuneta y bordillo fundido junto al canal de recolección de agua. (Fecha de captura:02/06/2018 en el PR0+045)

Fuente: Registro propio

### 4.3 SUPERVISIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR

Se dio inicio a la construcción del puente vehicular, del cual solo se pudieron desarrollar las siguientes actividades, debido al retraso en este frente de obra, causado por la falta de un permiso de ocupación del cauce, que debía ser expedido por CORPOBOYACÁ; y teniendo en cuenta el periodo de la práctica, no se pudo continuar con la supervisión de la construcción de estas obras.

Para dar comienzo a las obras de construcción del puente, primero fue necesario desviar el cauce para construir un estribo a la vez; esto permitió realizar las excavaciones y demás obras sin contratiempos causados por la acción del agua.

**4.3.1 Localización y replanteo puente.** Se realizó la localización y replanteo con equipos topográficos de la zona del puente, los cuales se intervendrán con la ejecución de las actividades para la construcción de la estructura puente vehicular según diseños, en la vereda Garibay del municipio de Togüí.

Esta localización y replanteo se hizo como tal a la zona donde se construiría la estructura del puente y sus elementos, junto con los muros en gaviones proyectados.

Se inició con la revisión de los planos determinando los elementos que componen el puente y su respectivo diseño geométrico. Se usó una estación electrónica con aproximación al segundo, localizando cotas, coordenadas, etc. Además, se dejaron puntos de referencia para los chequeos durante la etapa de construcción.

Ilustración 59 Localización y replanteo puente.



Fuente: Propia

Localización y replanteo lugar de la obra del puente.  
(Fecha de captura: 26/03/2018)

Fuente: Registro propio

**4.3.2 Excavación manual en material común.** Se realizó la excavación manual de 12.8 m<sup>3</sup> de material común para la construcción de las estructuras de zarpas, aletas y estribo ubicados en la abscisa K0+041 según diseños.

Se utilizó herramienta menor para excavar manualmente en material común hasta llegar a la cota de cimentación de las estructuras mencionadas para el estribo ubicado en la abscisa K0+041.



Ilustración 60 Excavación manual para cimentación



Fuente: Propia



Fuente: Propia

Excavación manual para la cimentación del estribo de la abscisa k0+041. (Fecha de captura: 02/04/2018)

Fuente: Registro propio

**4.3.3 Excavación en roca.** Se realizó la excavación de 90.5 m<sup>3</sup> en roca con compresor para la construcción de las zarpas de aletas y zarpa de estribo ubicados en la abscisa K0+050 según diseños.

Se utilizó martilló neumático para la excavación de roca en una parte del estribo de la abscisa k0+041 y para la excavación total del estribo de la abscisa K0+050. Se llegó hasta la cota deseada y con las dimensiones necesarias para la cimentación de las estructuras.

Ilustración 61 Excavación mecánica en roca para cimentación



Fuente: Propia



Fuente: Propia

Excavación en roca para zapatas y aletas. (Fecha de captura: 09/04/2018)

Fuente: Registro propio

**4.3.4 Construcción estribos.** Se realizó la construcción de los estribos del puente, cada uno conformado por los solados para las zapatas de muro y aletas, zapatas de muro y aletas y los muros y aletas como tal. Todos estos elementos debidamente reforzados.

**4.3.4.1 Construcción de solados.** Se llevó a cabo la construcción de los solados para las zapatas tanto del muro como de las aletas de cada estribo.

Luego de la excavación, se hizo la armadura de refuerzo para estos solados, los cuales tienen una dimensión de 4 m x 3.7 m x 0.1 m para el solado de la zapata del muro y de 2.8 m x 3.0 m x 0.1 m para el solado de las zapatas de las aletas.

Se armaron las formaletas en el lugar previsto según el diseño y se colocó la armadura de refuerzo allí. Luego se vertió el concreto<sup>31</sup> hasta alcanzar las medidas expuestas anteriormente. Esto se hizo para los solados de ambos estribos.

Ilustración 62 Construcción de solados



Fuente: Propia

Suministro e instalación de concreto de 2000 psi para solados de aletas y muros. (Fecha de captura: 17/04/2018 en el PR0+045)

Fuente: Registro propio

<sup>31</sup> Concreto de 14 MPa o 2000 PSI

**4.3.4.2 Construcción de zapatas, muros y aletas.** Se realizó el suministro e instalación de 61 m<sup>3</sup> de concreto simple de 21 MPa para elevaciones de zapatas, aletas y muros de cada estribo según diseños.

Sobre el solado existente y ya con la dureza requerida, se colocaron las formaletas para las zapatas y posteriormente se armó el refuerzo de estas y de las aletas y muros simultáneamente, con el fin de fundir estos tres elementos monólicamente. Todo esto según los despieces indicados en los planos del proyecto.

Ilustración 63 Construcción de estribos



Fuente: Propia



Fuente: Propia.

Disposición acero de refuerzo de los estribos, zapatas y aletas. (Fecha de captura:20/04/2018 en el PR0+040)

Fuente: Registro propio

Luego se armaron las formaletas para la construcción de los muros y aletas respectivamente, utilizando barras de soporte ancladas al terreno para soportar la presión del concreto una vez vertido.



#### Ilustración 64 Construcción de estribos



Fuente: Propia

Armado de formaletas del muro. (Fecha de captura: 21/04/2018)

Fuente: Registro propio

Finalmente se vierte la mezcla de concreto de 3000 PSI establecido en el diseño en las formaletas de las zapatas, de las aletas y del muro de cada estribo, utilizando una manguera para no dejar caer el concreto a una altura significativa que pudiese generar que el agregado grueso quede acumulado en el fondo de la mezcla.

Igual que como las demás estructuras de concreto vistas en este proyecto, se procuró que el concreto llenará la totalidad de espacio en las formaletas, cubriendo todo el refuerzo y sin dejar vacíos de aire en la mezcla. Para ello se usó un vibrador y mazos para golpear la formaleta.



#### Ilustración 65 Construcción de estribos



Fuente: Propia



Fuente: Propia

Suministro e instalación de concreto de 3000 psi para aletas. Estribos y zapatas.  
(Fecha de captura:12/05/2018)

Fuente: Registro propio

#### Ilustración 66 Construcción de estribos



Fuente: Propia



Fuente: Propia

Suministro e instalación de concreto de 3000 psi para aletas. Estribos y zapatas.  
(Fecha de captura:12/05/2018)

Fuente: Registro propio

#### **4.4 ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA**

A continuación se realiza el respectivo análisis de las actividades desarrolladas durante la práctica, haciendo un balance comparativo entre lo efectuado en campo y lo expresado teóricamente; además de otros factores que determinan el cumplimiento de objetivos propuestos.

**4.4.1 Balance comparativo entre la práctica y la teoría.** Toda obra civil, obras viales o de edificaciones, tienen su respectiva teoría en diferentes aspectos, especificaciones, y procesos constructivos; que normalmente y lo más común es que se siguiesen al pie de la letra.

Sin embargo esto no se cumple del todo, pues existen diferentes variables que determinan realizar actividades o ejecutar obras de manera más empírica que teórica.

Esto ocurre en el caso de la construcción de una placa huella, ya que al encontrarse una serie de pasos y actividades de fácil manejo y simpleza en su ejecución, los profesionales encargados de realizar y supervisar las obras optan por no recurrir totalmente a la teoría.

Para este proyecto en particular, son varios aspectos que se pueden analizar para confirmar lo anteriormente dicho.

- De manera general, en la teoría se expresa que para la mayoría de las actividades se debe estar continuamente midiendo cantidades, cotas, coordenadas, etc; de manera precisa mediante el uso de algún equipo de precisión. Pero para este proyecto, esta actividad se hacía de manera más rústica, utilizando principalmente medios análogos como cintas métricas.
- Se muestra también en la teoría la cantidad y necesidad de ensayos a los materiales de obra y los elementos terminados; para determinar la calidad de estos. No siendo así con lo visto en el proyecto, ya que los únicos ensayos que se hicieron fueron a los concretos, pero no en la cantidad que muestra la norma.
- En la conformación y compactación de la base granular, se debe tener especial cuidado con la densidad de compactación de la capa; para ello se deben tomar muestras y hacer el respectivo análisis de resultados. Sin

embargo esto no se hace, por la premura del tiempo y más aún cuando se tiene retrasos en el cronograma.

- En la elaboración de las mezclas de concreto, la teoría dice que se debe seguir estrictamente una fórmula de trabajo; esto tampoco se aplica así en la obra ejecutada, ya que como se dijo anteriormente, esta mezcla se hace de manera empírica sin tener en cuenta cantidades exactas ni las características requeridas de los materiales. Todo esto con el consentimiento de la interventoría y supervisión del proyecto.

En conclusión se puede variar mucho lo expuesto en la teoría, omitir detalles, procesos, ensayos de calidad, etc. Pero esto no hace que la obra ejecutada de manera práctica, sin ceñirse a lo estricto teórico, sea de mala calidad, o vaya a presentar deficiencias; pues muchas veces es más efectiva la experiencia personal de los profesionales que lo expuesto en los libros.

Además, por temas presupuestales y de tiempos no es viable atenerse a lo que exigen las normas en su totalidad; sin embargo siempre van a existir cosas que se deben hacer siguiendo un patrón ya establecido sin variar nada. La decisión está en el profesional que ejecuta la obra, donde su criterio entra en juego, todo en aras de respetar el oficio y mantener la ética profesional.

**4.4.2 Análisis de cumplimiento de cronograma.** El tiempo y los plazos pueden ser quizá el mayor enemigo del normal desarrollo de las diferentes obras de construcción. Para este proyecto no es la excepción, pues inicialmente se tenía contemplado la ejecución total de los dos frentes de obra (placa huella y puente) en un plazo de 6 meses; es decir, debía haber terminado en el mes de julio. Sin embargo esto no se cumplió por varios aspectos:

- El clima durante la ejecución de las obras de la placa huella, principalmente la construcción del filtro, no fue el más deseado. Aunque esta zona presenta altas precipitaciones, justamente fueron más intensas que de costumbre durante los primeros meses de la obra, donde a diario llovía en las tardes con gran intensidad; imposibilitando el normal desarrollo en la construcción del filtro, pues el exceso de agua afectaba la excavación y por ende el rendimiento, lo que obligaba a solo trabajar en las jornadas de la tarde.

Este episodio fácilmente pudo haber retrasado la obra dos meses, afectando y aplazando las actividades siguientes, ya que era necesario la construcción del filtro como primera medida.

- Por otra parte, la ejecución de las obras en el puente vehicular se vieron retrasadas por temas meramente administrativos; donde el gobierno municipal no gestionó oportunamente el permiso de ocupación del cauce ante la entidad competente, en este caso CORPOBOYACÁ. Así mismo, una vez radicada la solicitud, dicha entidad también demoró su resolución. Retrasando las obras en el puente por dos meses.

Luego de obtener el permiso de ocupación del cauce, se inició la construcción del puente, cuyas obras se adelantaron de manera satisfactoria, inclusive en menos tiempo del que se tenía establecido para cada actividad.

## 5. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DE OBRA

A pesar de ser una obra que involucra diversos elementos con una gran variedad de materiales, los únicos ensayos que fueron exigidos y se realizaron por parte de la empresa para el control de calidad de los materiales fueron los ensayos de compresión en cilindros de concreto según norma NTC 673.

Estos ensayos se realizaron al concreto usado en diferentes elementos tanto de la placa huella como del puente, con una periodicidad dependiendo del elemento ensayado.

- **Ensayos al concreto usado en las Cintas Huella (Placa huella):** Para este elemento se tomaron 3 muestras el día 23 de abril, fallando un cilindro a los 7 días, otro a los 14 días y finalmente a los 28 días; alcanzando una resistencia de 122.40% sobre la resistencia esperada en este último periodo de tiempo.
- **Ensayos al concreto usado en las cunetas:** Para este elemento también se tomaron 3 muestras el día 30 de abril, fallando un cilindro a los 7 días, otro a los 14 días y el último a los 28 días; alcanzando una resistencia esperada en el segundo periodo y finalmente obteniendo una resistencia de desarrollo de 123.28% a los 28 días.
- **Ensayos al concreto usado en el canal:** Durante el periodo en el que se llevó a cabo la práctica, se realizó un único ensayo al concreto usado en el canal de recolección de agua de la placa huella, fallándolo a los 14 días y obteniendo una resistencia de desarrollo de 86.59%.
- **Ensayos al concreto usado en las zapatas de aletas y estribos:** Para estos elementos se tomaron 3 muestras diarias los días 24 de abril, 26 de abril, 9 de mayo y 12 de mayo; ensayando cuatro cilindros a los 7 días, cuatro a los 14 días y cuatro a los 28 días. Todas las muestras alcanzaron superar la resistencia esperada a los 7 días.
- **Ensayos al concreto usado en las aletas del puente:** Para este elemento también se tomaron 3 muestras el día 01 de mayo, fallando igualmente los cilindros los días mencionados anteriormente; superando la resistencia esperada en el primer periodo de 7 días.

El resumen de las características de las probetas, del tipo de falla de estas, las fechas de moldeo y ensayo, los elementos probados y las propiedades mecánicas

se pueden ver en el cuadro entregado por la empresa contratada para esta actividad. (Ver Anexo H)

Para los demás elementos, como subrasante, base granular, aceros de refuerzo, entre otros, el control de calidad de estos materiales fueron realizados principalmente por la interventoría contratada, la cual estaba a cargo de la Ingeniera ELIANA PATRICIA SARMIENTO CIFUENTES.

## **6. EVALUACIÓN DE LA PASANTÍA Y APORTES**

Haber realizado la práctica en el proyecto de construcción de placa huella y obras de drenaje vial, dejó muchas enseñanzas a nivel profesional y personal; ya que permitió antes que nada, conocer de primera mano la problemática que afectaba el desarrollo socio económico de la comunidad; y que se urgía de la implementación de estas obras para mejorar sus condiciones de vida.

Así mismo, fue muy importante y constructivo el aprendizaje obtenido en el desarrollo de una obra de infraestructura vial de estas características; llevando a cabo las actividades previas para profundizar y comprender las metas deseadas, analizando y estudiando los diseños de las distintas obras y asistiendo a reuniones donde se tomaban decisiones y determinaciones importantes para el proyecto.

Ya durante obra, se logró entender cómo se proyecta y determina el proceso constructivo más adecuado, tanto de la placa huella como del puente vehicular; entendiendo como fue la integración y conformación de los diferentes elementos que componen las obras; principalmente para la placa huella, compuesta por varias obras de drenaje que debían ser construidas siguiendo un estricto procedimiento, pues este aspecto debe ser tratado con mucha atención, ya que de un buen sistema de drenaje en la estructura de un pavimento depende la durabilidad, calidad y funcionalidad de esta.

Otro aspecto sustancial de aprendizaje, fue evidenciar cómo es el manejo de personal de obra, entendiendo las jerarquías que se desenvuelven en ellas y las responsabilidades que tiene cada miembro que se involucra en el proyecto.

Por otra parte, se aprendió la importancia que tienen los respectivos estudios que se realizan para cada proyecto y su adecuada elaboración, cuyos resultados determinan cual es el diseño más apropiado de cada obra y los elementos que la componen. Lo anterior debido a que los estudios de este proyecto en particular definían un resultado en cuanto al estado de la vía y su componente hidrológico, el cual dio como solución la proyección de distintas obras con características y dimensiones particulares. No obstante, y a pesar de tratarse de estudios debidamente realizados por profesionales altamente competentes, esos resultados no mostraron la realidad de la vía, la cual solo fue evidente durante el proceso constructivo, evidenciando que la cantidad de agua subterránea era mayor a la prevista, lo que requirió para su tratamiento, implementar y tomar otras medidas adicionales al diseño.

Por lo anterior se define que los estudios son importantes para determinar un buen diseño, sin embargo siempre puede existir la posibilidad de encontrar variantes durante la etapa de construcción, que obligue a modificar estos diseños para el bien de la obra.

Otro asunto evidenciado durante este proceso, fue conocer distintos factores que pueden afectar el normal desarrollo de las obras; en este caso el factor climático. Este afectaba directamente la ejecución de las obras pues existen procedimientos o actividades que deben ser realizadas durante condiciones climáticas favorables, como por ejemplo la construcción del filtro; el cual tuvo retrasos en su ejecución debido a las fuertes lluvias que hacían imposible la excavación del mismo por la cantidad de agua que se encausaba por la zanja. También, este aspecto retrasó la construcción del puente vehicular, debido a que por las fuertes precipitaciones, la vía de acceso a esta obra se fue deteriorando progresivamente, hasta el punto de imposibilitar el tránsito por ella, lo cual afectaba el suministro de materiales a la obra.

Finalmente, a manera de aporte personal y teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos durante la etapa de formación académica, se tuvo una colaboración continua con el grupo de trabajo del proyecto, desde el director de obra, hasta los obreros; ayudando a tomar decisiones y estando pendiente de evitar errores en el proceso constructivo.

Como caso particular, se evidenció y analizó la inviabilidad que tenía la construcción de la alcantarilla, exponiendo las razones técnicas del porque este elemento era innecesario; proponiendo como solución a este impase manejar las aguas superficiales por las cunetas proyectadas y el canal de recolección. Así mismo, y después de estudiar los diseños, se notó la falta de proyección y finalización del filtro del costado derecho, pues en el diseño se proyectaba construirlo desde el PR0+000, sin tener en cuenta la estructura o el sitio que recibiría estas aguas; por lo cual se propuso la continuación del filtro 30 metros más para hacer entrega de estas aguas en el río cerca de la obra.

Por último, cabe resaltar que la experiencia adquirida es muy gratificante y completa, estar al frente y poder supervisar la construcción de estas obras, ratificó la buena decisión de haber escogido esta linda profesión como estilo de vida y así poder contribuir a dar soluciones a problemas de carácter técnico para suplir necesidades de movilidad en la sociedad.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mediante la construcción de un pavimento tipo placa huella para vías rurales, se puede dar una gran solución a problemas de movilidad que muchas veces presentan las zonas rurales del país, principalmente de las regiones ubicadas en sistemas montañosos.

La implementación de un pavimento tipo placa huella se caracteriza por ser una solución relativamente económica y de fácil construcción, sin dejar de ser una obra de gran impacto.

Con la construcción del puente vehicular en el sector conocido como “cacharro” se beneficia una gran parte de la comunidad rural del municipio, ya que en época invernal esta quebrada aumentaba su cauce, incomunicando a una gran parte de la población de la vereda Garibay.

Gran parte de las actividades expuestas en este proyecto se basan en las especificaciones técnicas de construcción del INVIAS, sin embargo en algunas ocasiones no se puede cumplir con la norma, debido a características particulares de cada tipo de obra.

En cuanto al control de calidad de los materiales, las normas tienen amplia información acerca de ello; no obstante es muy difícil realizar ensayos de calidad a los materiales que se usan en los diferentes elementos de la obra, ya sea por temas presupuestales, de plazos de ejecución o simplemente la no se requieren teniendo en cuenta el desarrollo empírico que tratan algunas actividades.

Luego de concluir la etapa de supervisión del proyecto y de tener claro como fue el proceso constructivo llevado a cabo en campo, se pudieron analizar las diferencias que se tienen según los aspectos teóricos tratados. No todas las actividades se ciernen a lo que se expone en la literatura especializada en estos temas.

Antes de iniciar un proyecto de estas dimensiones se debe tener claridad de que permisos son necesarios para poder iniciar con la ejecución de las obras; permisos de tipo ambiental o jurídicos, ya que al no contar oportunamente con ellos, se puede ver afectada la obra en cuanto a retrasos en los plazos.

No se relacionó en este trabajo la construcción de la alcantarilla, pues como se mencionó en el comité de obra N° 2, no fue viable su implementación. Así mismo, tampoco se incluye la descripción de las actividades de caracterización vial puesto que esta tarea fue realizada por otros profesionales, que si bien, está incluida

dentro del contrato no se involucró directamente con la ejecución de las demás obras.

Se recomienda para todo tipo de proyecto, tratar de seguir y utilizar la normatividad vigente que aplique a cada uno. Teniendo énfasis en el control de calidad de los materiales.

Finalmente, queda demostrado que los conocimientos adquiridos en la formación académica de un profesional del área de la ingeniería son una parte muy importante para su desarrollo laboral; sin embargo la práctica es muy necesaria y complementa la formación académica de tal forma que aquellos temas que se hacían confusos en un aula de clase, se aclaran en la vida profesional, permitiendo incrementar la capacidad de análisis y solución de problemas.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Departamento Nacional de Planeación – DNP. Proyecto Tipo, Construcción de puentes vehiculares en vías secundarias ó terciarias. 2016.

Departamento Nacional de Planeación – DNP. Proyecto Tipo, Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huella. 2016.

FERNANDO SANCHEZ SABOGAL. CURSO BÁSICO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS. Módulo 5. Consideraciones sobre el drenaje en los pavimentos.

INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. ARTÍCULO 210-13. 2013

INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. ARTÍCULO 311-13. 2013

INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. ARTÍCULO 330-13. 2013

INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. ARTÍCULO 500-13. 2013

INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. ARTÍCULO 630-13. 2013

INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. ARTÍCULO 661-13. 2013

INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. ARTÍCULO 681-13. 2013

INVIAS, CONSORCIO NORMAS 2012. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. ARTÍCULO 900-13. 2013

MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella. Consorcio Manuales y Guías Ceal 2015. 2017


MINISTERIO DE TRANSPORTE, Instituto Nacional de Vías. Manual de Drenaje para Carreteras. CONSULTOR CONSORCIO ALFA. 2009


## **INFOGRAFÍA**

ALCALDÍA MUNICIPAL DE TOGÜÍ EN BOYACÁ. Nuestro Municipio. [En línea]. Togüí 2017. [Citado 16-Junio-2018]. Disponible en internet: <http://www.togui-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

## ANEXOS

### ANEXO A. CONTRATO DE OBRA

 NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGÜÍ - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS	
	DESPACHO DEL ALCALDE	PROCEDIMIENTO	
		P-GD-100-05-02	Página 1 de 17
	Versión 2	08/01/2014	
<b>CONTRATO</b>			
<p><b>CONTRATO DE OBRA PUBLICA N° COP-MT-001-2018 CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE TOGÜÍ Y H Y H CONSTRUCTORES INGENIERIA S.A.S, R/L HELMUNT ALVAREZ CALDERON PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA Y PUENTE VEHICULAR EN LA VEREDA GARIBAY SECTOR POMECA Y CACHARRO DEL MUNICIPIO DE TOGÜÍ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ</b></p>			
<p>Entre los suscritos <b>GERMÁN ALFONSO SÁNCHEZ SAAVEDRA</b>, mayor de edad y domiciliado en el Municipio de Togüí - Boyacá, identificado con la C.C. N°. 6.772.834 expedida en Tunja, en calidad de Alcalde del municipio de Togüí - Boyacá, según consta en el acta de posesión de fecha 5 de Junio de 2016 y facultado de conformidad con lo dispuesto en el artículo 18 de la Ley 1551 de 2012, por las leyes 80 de 1993 y 1150 de 2007 y por las normas civiles y comerciales que legislan la materia y quien en adelante se denominará el <b>MUNICIPIO</b> como <b>CONTRATANTE</b> por una parte; y por la otra <b>HELMUNT ALVAREZ CALDERON</b> identificado con C.C N° 4.236.401 EXPEDIDA en San José de Pare representante legal de <b>H Y H CONSTRUCTORES INGENIERIA S.A.S</b> con Nit. 900851172-4 quien para los efectos del presente Contrato se denominará el Contratista, hemos convenido en celebrar el presente Contrato, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:</p>			
<p>i. <i>Que en el artículo 5 del Decreto 1682 de 2013, se establecen como función pública las acciones de planificación, ejecución, mantenimiento y mejoramiento de los proyectos y obras de infraestructura del transporte y en el cual materializan el interés general previsto en la Constitución Política, al fomentar el desarrollo y crecimiento económico del país; su competitividad internacional; la integración del Territorio Nacional, y el disfrute de los derechos de las personas. Esta función se ejerce a través de las entidades y organismos competentes de orden nacional, departamental, municipal o distrital, directamente o con la participación de los particulares.</i></p>			
<p>ii. <i>Que la Ley 715 de 2001, en su artículo 76 establece que es responsabilidad de los municipios, directa o indirectamente, con recursos propios, del Sistema General de Participaciones u otros recursos, promover, financiar o cofinanciar proyectos de interés municipal y en especial construir y conservar la infraestructura municipal de transporte, (...)</i></p>			
<p>iii. <i>Que el artículo 76 de la misma ley se establece como función de los municipios el construir y conservar la infraestructura municipal, las vías urbanas, suburbanas, veredales y aquellas que sean propiedad del municipio, como a su vez las instalaciones portuarias, fluviales y marítimas, los aeropuertos y los terminales de transporte terrestre, en la medida que sean de su propiedad o cuando estos le sean</i></p>			
<p><b>UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS</b></p>			
<p>Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  <a href="http://www.togui-boyaca.gov.co">www.togui-boyaca.gov.co</a></p>			

 <b>NIT: 800062255-9</b>	<b>ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ</b>	<b>PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS</b>	
	<b>DESPACHO DEL ALCALDE</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		<b>P-GD-100-05-02</b> <b>Versión 2</b>	<b>Página 2 de 17</b> <b>08/01/2014</b>
<b>CONTRATO</b>			

*transferidos directa o indirectamente, como también el identificar prioridades de infraestructura de transporte en su jurisdicción y el desarrollo de alternativas viables*

iv. Que la Ley 105 de 1993 en su artículo 17 establece que hace parte de la infraestructura distrital municipal de transporte, las vías urbanas, suburbanas y aquellas que sean propiedad del Municipio

v. Que de la misma forma la ley ibídem en su artículo 20 establece que corresponde al Ministerio de Transporte, a las entidades del orden nacional con responsabilidad en la infraestructura de transporte y a las Entidades Territoriales, la planeación de su respectiva infraestructura de transporte, determinando las prioridades para su conservación y construcción.

vi. Que la ley 336 de 1996 establece que se debe velar por la construcción, conservación y protección de las vías urbanas y suburbanas de su jurisdicción.

vii. Que el Plan Nacional de desarrollo 2014-2018 define que la movilidad urbana como la interurbana de corta distancia constituyen un eje articulador para incrementar la calidad de vida, el desarrollo económico y la competitividad de las ciudades dentro de la estrategia "Ciudades amables y sostenibles para la equidad.

viii. Que el programa "VIAS QUE NOS UNEN" establece que se debe mejorar las condiciones de las vías municipales para facilitar la movilidad de las personas y sus bienes


ix. Que La vía principal de la vereda Garibay que comunica al Municipio de Togüí, así como al Municipio de Arcabuco, actualmente es utilizada por muchos usuarios como paso obligado para acceder a la vereda especialmente visitantes y familiares que retornan de la capital del departamento o del país. De igual forma, es la vía de comunicación más cercana tradicionalmente utilizada por los habitantes De la parte alta de la vereda Garibay

x. Que en época de lluvias, cuando las precipitaciones son altas, esta carretera representa un riesgo, quedando los habitantes de la zona intercomunicados por la dificultad que se presenta para el paso de peatones y vehículos.

xi. Que la desconexión de ésta vía no solo afecta a peatones y turistas si no también la comercialización de productos, por lo que se requiere construir infraestructura que permita la comunicación por vía terrestre.

**UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co)

 NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS	
		PROCEDIMIENTO	
	DESPACHO DEL ALCALDE	P-GD-100-05-02	Página 3 de17
		Versión 2	08/01/2014
CONTRATO			

- xii. Que en la vía principal que conduce a la vereda Garibay desde el sector Puente Pomeca hasta el sector el Cacharro existen puntos críticos que deben ser atendidos de forma inmediata mediante la construcción de placa huella que permita mejorar el paso de vehículos
- xiii. Que la intercomunicación terrestre se convierte en una necesidad inminente para todos los efectos que acarrea una alternativa vial, en cuanto a la comercialización, mejoramiento de la calidad de vida y otros factores, no obstante se tiene una gran limitación al desarrollo de producción e la zona, pérdidas de producción, aumentos en los tiempos de viaje y costos de transporte debido al deterioro de obras que ocasiona la interrupción del tránsito y daños en los vehículos.
- xiv. Que el Municipio de Togüí presentó proyecto ante el OCAD TOGÜÍ el proyecto de inversión "CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA Y PUENTE VEHICULAR EN LA VEREDA GARIBAY SECTOR POMECA Y CACHARRO DEL MUNICIPIO DE TOGÜÍ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ" código BPIM 2017158160002, el cual fue viabilizado, priorizado y aprobado mediante acta N° 002 de fecha 30 de octubre de 2017, cumpliendo con los requisitos establecidos en el acuerdo 038 y 042 de 2016 respectivamente, por lo que se debe dar inicio a la etapa precontractual en pro de dar cumplimiento a lo establecido en la aprobación del mismo y siendo el ejecutor el Municipio de Togüí.

Por lo anterior, las partes celebran el presente contrato, el cual se registrá por las siguientes cláusulas:

#### **Cláusula 1 –Objeto del Contrato**

El objeto del Contrato es **CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA Y PUENTE VEHICULAR EN LA VEREDA GARIBAY SECTOR POMECA Y CACHARRO DEL MUNICIPIO DE TOGÜÍ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**


#### **Cláusula 2 –Definiciones**

Las expresiones utilizadas en el presente Contrato con mayúscula inicial deben ser entendidas con el significado que se asigna a continuación. Los términos definidos son utilizados en singular y en plural de acuerdo con el contexto en el cual son utilizados. Otros términos utilizados con mayúscula inicial deben ser entendidos de acuerdo con la definición contenida en el Decreto 1082 de 2015 y de acuerdo al significado establecido

**UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co)



 NIT: 800062255-9	<b>ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ</b>	<b>PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS</b>	
		<b>PROCEDIMIENTO</b>	
	<b>DESPACHO DEL ALCALDE</b>	<b>P-GD-100-05-02</b> <b>Versión 2</b>	<b>Página 4 de 17</b> <b>08/01/2014</b>
<b>CONTRATO</b>			

en los Pliegos de Condiciones. Los términos no definidos en los documentos referenciados o en la presente cláusula, deben entenderse de acuerdo con su significado natural y obvio.

Definiciones	
Acta de Inicio	Documento que registra la fecha, las condiciones y el lugar de inicio de ejecución de la suministro objeto del presente Contrato.
Acta de Recibo Final	Documento que registra la fecha y las condiciones de entrega definitivas de la obra.
Acta de Obra	Es el documento en el que el Contratista y el interventor identifican y cuantifican las cantidades, el porcentaje o en general, el desarrollo de obra ejecutada.

### Cláusula 3 –Alcance del objeto del Contrato


Las actividades específicas y el alcance del objeto del contrato están incluidas en la siguiente tabla que se describe a continuación:


PRESUPUESTO GENERAL								
Capítulo /Item	ITEM PRECIOS GOBERNACION DE BOYACA	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	INCREMENTO POR DISTANCIA (4%)	Valor parcial	Valor total
I. CONSTRUCCIÓN PLACA HUELLA SECTOR PUENTE POMECA A VEREDA GARIBAY								
1	Realizar obras preliminares							\$ 795.195,00
VALOR CAPITULO CON AIU								\$1.033.753,50
1.1	3,01,06	Localización y replanteo topográfico	Km	0,31	\$ 2.565.145,00	\$ 2.565.145,00	\$ 795.195,00	
2	Construcción Placa huella							\$173.636.124,76
VALOR CAPITULO CON AIU								\$225.726.962,19
2.1	3,02,02	Excavación de cortes y canales sin clasificar incluye acarreo libre de 5Km	m³	287,84	\$ 13.232,00	\$ 13.761,28	\$3.961.047,00	
2.2	1,01,06	conformación compactación de subrasante CBR 95%	m²	1439,20	\$ 5.623,00	\$ 5.847,92	\$ 8.416.326,00	


**UNIDOS POR EL TOGUI QUE TODOS QUEREMOS**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co)



 <b>NIT: 800062255-9</b>	<b>ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ</b>		<b>PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS</b>				
			<b>PROCEDIMIENTO</b>				
	<b>DESPACHO DEL ALCALDE</b>		<b>P-GD-100-05-02</b> <b>Versión 2</b>	<b>Página 5 de 17</b> <b>08/01/2014</b>			
<b>CONTRATO</b>							
2.3	3,04,07	Suministro, extendida y compactación de material seleccionado para base granular (incluye acarreo libre de 5Km)	m³	287,84	\$ 84.574,00	\$ 87.956,96	\$25.317.531,00
2.4	1,02,17	Excavación manual en material común (incluye retiro)	m³	5,34	\$ 57.282,00	\$ 59.573,28	\$ 318.121,00
2.5	3,03,26	Suministro e instalación de concreto simple de 21 Mpa (3000) para bases	m³	80,23	\$ 635.125,00	\$ 660.530,00	\$ 2.994.322,00
2.6	3,03,19	Suministro e instalación de concreto ciclopeo de 17,5 Mpa (2500) 40% rajón para bases	m³	63,10	\$ 445.390,00	\$ 463.205,60	\$29.228.273,00
2.7	3,10,12	Suministro figurado y armado de Acero de Refuerzo 60000 PSI, 420 Mpa	kg	3534,44	\$ 3.606,00	\$ 3.750,24	\$13.254.998,00
2.8	3,03,05	Cunetas revestidas en concreto de 21 Mpa (3000PSI), sin refuerzo (incluye sello de juntas)	m³	61,82	\$ 549.532,00	\$ 571.513,28	\$35.330.951,00
2.9	3,12,03	Transporte de material de afirmado y/o granular después de 5KM (instalado y compactado según sección de diseño)	M3-KM	3022,32	\$ 1.593,00	\$ 1.593,00	\$ 4.814.555,76
3	<b>Construcción de las obras de drenaje con canal de recolección</b>						<b>\$ 59.922.450,00</b>
<b>VALOR CAPITULO CON AIU</b>						<b>\$ 77.899.185,00</b>	
3.1	1,02,18	Excavación mecánica en roca de la explanación, canales y préstamos sin explosivos, ( incluye retiro)	m³	140,00	\$ 117.006,00	\$ 121.686,24	\$17.036.074,00
3.2	3,03,24	Suministro e instalación de concreto simple de 21 Mpa (3000 PSI) para elevaciones, H<3,0 mtrs	m³	40,74	\$ 822.249,00	\$ 855.138,96	\$34.838.361,00
<b>UNIDOS POR EL TOGUÍ QUE TODOS QUEREMOS</b>							
<b>Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116</b> <b>www.togui-boyaca.gov.co</b>							

 <b>NIT: 800062255-9</b>		<b>ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ</b>		<b>PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS</b>			
				<b>PROCEDIMIENTO</b>			
		<b>DESPACHO DEL ALCALDE</b>		<b>P-GD-100-05-02</b>		<b>Página 6 de 17</b>	
<b>Versión 2</b>				<b>08/01/2014</b>			
<b>CONTRATO</b>							
3.3	3,10,12	Suministro figurado y armado de Acero de Refuerzo 60000 PSI Mpa	kg	2.146,00	\$ 3.606,00	\$ 3.750,24	\$ 8.048.015,00
4	<b>Construir las obras de drenaje con la tubería y cabezales</b>						<b>\$ 13.895.601,00</b>
<b>VALOR CAPITULO CON AIU</b>						<b>\$ 18.064.281,30</b>	
4.1	3,03,11	Excavación manual en material conglomerado	m³	50,42	\$ 46.661,00	\$ 48.527,44	\$ 2.446.754,00
4.2	3,03,22	Suministro e instalación de concreto de 14 Mpa (2000 PSI) solacos y atraques	m³	3,10	\$ 432.902,00	\$ 450.218,08	\$ 1.395.676,00
4.3	3,03,23	Suministro e instalación de concreto simple de 17,5 Mpa (2500) para bases	m³	1,18	\$ 522.238,00	\$ 543.127,52	\$ 640.890,00
4.4	3,03,20	Suministro e instalaciones de concreto ciclópeo de 17,5 (2500), 40% rajón para elevaciones	m³	6,47	\$ 672.169,00	\$ 699.055,76	\$ 4.522.891,00
4.5	3,03,24	Suministro e instalación de concreto simple de 21 Mpa (3000 PSI) para elevaciones, H<3,0 mtrs	m³	2,58	\$ 822.249,00	\$ 855.138,96	\$ 2.206.259,00
4.6	3,03,28	Suministro e instalación de tubería de concreto reforzado D=36", incluye emboquillada	ml	6,00	\$ 429.989,00	\$ 447.188,56	\$ 2.683.131,00
5	<b>Construir las obras de drenaje con filtro</b>						<b>\$ 54.131.283,00</b>
<b>VALOR CAPITULO CON AIU</b>						<b>\$ 70.370.667,90</b>	
5.1	1,02,18	Excavación mecánica en roca de la explanación, canales y préstamos sin explosivos, (incluye retiro)	m3	168,96	\$ 117.006,00	\$ 121.686,24	\$ 20.560.107,00
5.2	3,03,02	Construcción de filtros a cualquier profundidad, con material filtrante según norma INVIAS, sin excavación,	m3	168,96	\$ 191.051,00	\$ 198.693,04	\$ 33.571.176,00
<p align="center"> <b>UNIDOS POR EL TOGUÍ QUE TODOS QUEREMOS</b>  <b>Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116</b>  <b>www.togui-boyaca.gov.co</b> </p>							

 <b>NIT: 800062255-9</b>	<b>ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ</b>		<b>PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS</b>						
	<b>DESPACHO DEL ALCALDE</b>		<b>PROCEDIMIENTO</b>						
	<b>P-GD-100-05-02</b> <b>Versión 2</b>		<b>Página 7 de 17</b> <b>08/01/2014</b>						
<b>CONTRATO</b>									
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;">         incluye Geotextil NT 2000       </td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table>						incluye Geotextil NT 2000			
	incluye Geotextil NT 2000								
<b>Total costos directos construcción placa huella</b>				<b>\$302.380.653,76</b>					
<b>II. CONSTRUCCIÓN PUENTE SECTOR CACHARRO</b>									
<b>Capítulo /Item</b>	<b>ITEM PRECIOS GOBERNACION DE BOYACA</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>INCREMENTO POR DISTANCIA (4%)</b>	<b>Valor parcial</b>	<b>Valor total</b>	
1		PRELIMINARES						\$ 461.726,10	
<b>VALOR CAPITULO MAS AIU</b>								<b>\$ 600.243,93</b>	
1.1	3,01,06	Localización y replanteo topográfico	Km	0,18	\$ 2.565.145,00	\$ 2.565.145,00	\$ 461.726,10		
2		EXCAVACIONES					\$ 0,00	\$16.599.186,24	
<b>VALOR CAPITULO MAS AIU</b>								<b>\$ 21.578.942,11</b>	
2.1	1,02,17	Excavación manual en material común (incluye retiro)	M3	136,00	\$ 57.282,00	\$ 59.573,28	\$ 8.101.966,08		
2.2	3,02,04	Excavación en roca con compresor y dinamita	M3	68,00	\$ 120.153,00	\$ 124.959,12	\$ 8.497.220,16		
3		CONCRETOS						\$ 79.256.513,69	
<b>VALOR CAPITULO MAS AIU</b>								<b>\$103.033.467,80</b>	
3.1	3,03,22	Suministro e instalación de concreto de 34 Mpa (2000 PSI) solados y atraques	M3	6,32	\$ 432.902,00	\$ 450.218,08	\$ 2.845.378,27		
3.2	3,03,24	Suministro e instalación de concreto simple de 21 Mpa (3000PSI) para elevaciones, H<3,0 mtrs	M3	72,00	\$ 822.249,00	\$ 855.138,96	\$ 61.570.005,12		
3.3	3,03,25	Suministro e instalaciones de concreto simple de 21 Mpa (3000 PSI)	M3	15,40	\$ 926.644,00	\$ 963.709,76	\$ 14.841.130,30		
<b>UNIDOS POR EL TOGUÍ QUE TODOS QUEREMOS</b>									
Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 25 Teléfono: 7292116 fax: 7292116 <a href="http://www.togui-boyaca.gov.co">www.togui-boyaca.gov.co</a>									



NIT: 800062255-9

**ALCALDÍA  
MUNICIPAL TOGUI -  
BOYACÁ**

**DESPACHO DEL  
ALCALDE**

**PROGRAMA DE GESTIÓN DE  
DOCUMENTOS**

**PROCEDIMIENTO**

**P-GD-100-05-02**

**Página 8 de 17**

**Versión 2**

**08/01/2014**

**CONTRATO**

		para elevaciones, H>3,00 mtrs						
4		ACERO DE REFUERZO						\$ 22.486.882,12
		VALOR CAPITULO MAS AIU						\$29.232.946,76
4.1	3,10,12	Suministro y figurado y armado de acero de refuerzo 60000 psi 420 MPA	KG	5915,84	\$ 3.606,00	\$ 3.750,24	\$ 22.185.819,80	
4.2	3,10,11	Suministro figurado y armado de acero de refuerzo 37000 PSI 240 MPA	KG	84,25	\$ 3.436,00	\$ 3.573,44	\$ 301.062,32	
5		OBRAS COMPLEMENTARIAS						\$ 9.642.251,22
		VALOR CAPITULO MAS AIU						\$ 12.534.926,58
5.1	3,10,08	Suministro e instalación de apoyos de Neopreno. Dureza 75, E=1/4"	M2	0,44	\$ 325.365,00	\$ 338.379,60	\$ 148.887,02	
5.2	3,10,07	Suministro e instalación de barandas en tubería metálica agua negra D=2", C,0,80, soldado, según diseño, incluye anticorrosivo y pintura	ML	18,00	\$ 329.575,00	\$ 342.758,00	\$ 6.169.644,00	
5.3	3,10,09	Suministro e instalación de desagües en tubería sanitaria PVC D=3"	ML	4,80	\$ 24.146,00	\$ 25.111,84	\$ 120.536,83	
5.4	3,10,10	Suministro e instalación de juntas de dilataciones en Angulo de 3"*3"*3/8", incluye hierro de anclaje, cinta sika O-022	ML	8,00	\$ 384.998,00	\$ 400.397,92	\$ 3.203.183,36	
6		RELLENO AFIRMADO (ADECUACIÓN ACCESO PUENTE)						\$ 51.965.023,60
		VALOR CAPITULO MAS AIU						\$ 67.554.530,68
6.1	1,02,14	Construcción de muros en gaviones, incluye malla	M3	60,00	\$ 156.699,00	\$ 162.966,96	\$ 9.778.017,60	

**UNIDOS POR EL TOGUÍ QUE TODOS QUEREMOS**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116

[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co)

 <b>NIT: 800062255-9</b>	<b>ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ</b>		<b>PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS</b>			
			<b>PROCEDIMIENTO</b>			
	<b>DESPACHO DEL ALCALDE</b>		<b>P-GD-100-05-02</b> <b>Versión 2</b>		<b>Página 9 de 17</b> <b>08/01/2014</b>	


CONTRATO							
		eslabonada triple torsión CAL.12					
6,2	3,04,05	Suministro, extendida y compactación de material para afirmado hasta un diámetro de 2" y un índice pastoso menor o igual 9% y compacto al 95% proctor incluye acarreo libre 5 Km	M3	295,00	\$ 60.920,00	\$ 63.356,80	\$ 18.690.256,00
6,3	3,12,03	Transporte de material de afirmado y/o granular después de 5KM (instalado y compactado según sección de diseño)	M3-KM	14750,00	\$ 1.593,00	\$ 1.593,00	\$ 23.465.835,48
<b>COSTO DIRECTO CONSTRUCCIÓN PUENTE</b>							<b>\$180.411.582,97</b>
<b>COSTO DIRECTO TOTAL PROYECTO VALOR</b>							<b>\$482.761.323,34</b>
Administración		23,00%					\$111.035.104,37
Imprevistos		2,00%					\$9.655.226,47
Utilidad		5,00%					\$24.138.066,17
<b>SUBTOTAL AIU</b>		<b>30,00%</b>					<b>\$144.828.397,00</b>
<b>Costo total obra</b>							<b>\$627.589.720,34</b>
<b>CARACTERIZACION VIAL+ IVA 19%</b>							<b>\$ 7.710.280,38</b>
1.1		Caracterización de tramo vial acorde a resolución 1860 de 2013 y 1067 de 2015	Km	15,00	\$ 514.018,69		\$ 7.710.280,38
<b>COSTO TOTAL OBRA + CARACTERIZACION CON IVA 19%</b>							<b>\$635.340.000,00</b>

**PARAGRAFO:** Las cantidades de obra consignadas en esta cláusula son aproximadas y por lo tanto podrá a su juicio y para evitar la paralización afectación grave del servicio que se pretende satisfacer con el objeto contratado disponer sobre la interpretación del contrato y la realización de modificaciones a las mismas u ordenar la ejecución de obras no previstas pero comprendidas dentro de su objeto o suscribir contratos adicionales cuando dichas modificaciones impliquen variación al plazo o valor convenido.

**UNIDOS POR EL TOGUÍ QUE TODOS QUEREMOS**  
 Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co)

 NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS	
		PROCEDIMIENTO	
	DESPACHO DEL ALCALDE	P-GD-100-05-02	Página 10 de17
		Versión 2	08/01/2014
CONTRATO			

### **Especificaciones técnicas**

El contratista se obliga a cumplir con el objeto establecido en la cláusula primera acorde a las especificaciones técnicas establecidas en el anexo del presente contrato.

### **Cláusula 4 –Valor del Contrato y Forma de pago**

El valor del Contrato es por la sum de SEISCIENTOS TREINTA Y CINCO MILLONES TRESCIENTOS MIL PESOS (\$635.300.000,00) MCTE el cual se pagará mediante actas parciales acorde a las actividades ejecutadas, previa presentación de la factura correspondiente, constancia de pago de los aportes correspondientes al sistema de seguridad social integral y al finalizar la ejecución del contrato, con acta de recibo final a satisfacción del supervisor y ordenador del gasto. Los pagos se realizarán dentro de los cinco días calendario, siguientes a fecha de presentación del certificado de cumplimiento firmado por el supervisor del Contrato, dando cumplimiento al artículo 19 de la ley 1150 de julio de 2007 "EL DERECHO DE TURNO".

### **Cláusula 5 –Declaraciones del contratista**

El Contratista hace las siguientes declaraciones:

- 5.1 Se encuentra debidamente facultado para suscribir el presente Contrato
- 5.2 Conoce las consecuencias de incumplir el compromiso anticorrupción
- 5.3 El Contratista está a paz y salvo con sus obligaciones laborales frente al sistema de seguridad social integral y demás aportes relacionados con las obligaciones laborales.
- 5.4 El valor del Contrato incluye todos los gastos, costos, derechos, impuestos, tasas y demás contribuciones relacionados con el cumplimiento del objeto del presente Contrato.

### **Cláusula 6 –Plazo del Contrato y Cronograma estimado**

El plazo del Contrato es SEIS (6) MESES

El Cronograma estimado del presente Contrato resulta del análisis conjunto del Contratista y del Contratante y forma parte del presente Contrato.


Para todos los efectos la fecha de inicio del plazo de ejecución de la obra es la fecha en la cual se suscriba entre las partes el Acta de Inicio.


La fecha de terminación del plazo de ejecución, es la fecha en la cual se suscriba el Acta de Recibo Final. Para que se pueda suscribir el Acta de Recibo Final, el Contratista debe cumplir a cabalidad con los compromisos y obligaciones contenidos en el presente

**UNIDOS POR EL TOGUÍ QUE TODOS QUEREMOS**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co)



 NIT: 800062255-9	<b>ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ</b>	<b>PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS</b>	
	<b>DESPACHO DEL ALCALDE</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		<b>P-GD-100-05-02</b> <b>Versión 2</b>	<b>Página 11 de 17</b> <b>08/01/2014</b>
<b>CONTRATO</b>			
Contrato y sus anexos.			
<b><u>Cláusula 7 –Obligaciones Generales del Contratista</u></b>			
7.1 Desarrollar el objeto del Contrato, en las condiciones de calidad, oportunidad, y obligaciones definidas en el presente Contrato 7.2 Colaborar con el Municipio de TOGÜÍ en cualquier requerimiento que ella haga. 7.3 Garantizar la calidad de los bienes y servicios prestados, de acuerdo con el Anexo Técnico, el Pliego de Condiciones y la Oferta presentada al municipio de TOGÜÍ 7.4 Dar a conocer a al municipio de TOGÜÍ cualquier reclamación que indirecta o directamente pueda tener algún efecto sobre el objeto del Contrato o sobre sus obligaciones. 7.5 Comunicarle al municipio de TOGÜÍ cualquier circunstancia política, jurídica, social, económica, técnica, ambiental o de cualquier tipo, que pueda afectar la ejecución del Contrato.			
<b><u>Cláusula 8 –Derechos del Contratista</u></b>			
8.1. Recibir una remuneración por la ejecución del servicio en los términos pactados en la Cláusula 4 del presente Contrato. 8.2. Exigir los pagos una vez entregados todos los documentos requeridos para el mismo.			
<b><u>Cláusula 9 - Obligaciones del Contratante</u></b>			
9.1 Ejercer una actividad de vigilancia y control sobre el presente Contrato, de manera directa o indirecta. 9.2 Pagar el valor del servicio, de acuerdo con los términos establecidos en el presente Contrato.			
<b><u>Cláusula 10 –Derechos del Contratante</u></b>			
10.1 Revisar, rechazar, corregir o modificar las Actas y solicitar las correcciones o modificaciones que necesite 10.2 Hacer uso de las cláusulas excepcionales del Contrato. 10.3 Hacer uso de la cláusula de imposición de multas, la cláusula penal o cualquier otro derecho consagrado a la Entidad contratante de manera legal o contractual.			
<b><u>Cláusula 11 - Responsabilidad</u></b>			
<b>UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS</b>			
Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116 <a href="http://www.togui-boyaca.gov.co">www.togui-boyaca.gov.co</a>			

 NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS	
		PROCEDIMIENTO	
	DESPACHO DEL ALCALDE	P-GD-100-05-02	Página 12 de17
		Versión 2	08/01/2014
CONTRATO			

El Municipio de TOGÜÍ es responsable por el cumplimiento del objeto establecido en la cláusula 1 del presente Contrato. Será responsable por los daños que ocasionen sus empleados y/o consultores, los empleados y/o consultores de sus subcontratistas, a nombre del Municipio de TOGÜÍ en la ejecución del objeto del presente Contrato.

Ninguna de las partes será responsable frente a la otra o frente a terceros por daños especiales, imprevisibles o daños indirectos, derivados de fuerza mayor o caso fortuito de acuerdo con la ley.

#### **Cláusula 12 –Terminación, modificación e interpretación unilaterales del Contrato.**

El Municipio de TOGÜÍ puede terminar, modificar y/o interpretar unilateralmente el Contrato, de acuerdo con los artículos 15 a 17 de la Ley 80 de 1993, cuando lo considere necesario para que el Contratista cumpla con el objeto del presente Contrato.

#### **Cláusula 13 –Multas**

En caso de incumplimiento a las obligaciones del Contratista derivadas del presente Contrato, el Municipio de TOGÜÍ puede adelantar el procedimiento establecido en la ley e imponer las siguientes multas:

Del 20% del valor del contrato.

#### **Cláusula 14 –Cláusula Penal**

En caso de declaratoria de caducidad o de incumplimiento total o parcial de las obligaciones del presente Contrato, debe pagar a nombre del Municipio de TOGÜÍ, a título de indemnización, una suma equivalente al VEINTE (20%) por ciento. El valor pactado de la presente cláusula penal es el de la estimación anticipada de perjuicios, no obstante, la presente cláusula no impide el cobro de todos los perjuicios adicionales que se causen sobre el citado valor. Este valor puede ser compensado con los montos que el Municipio de TOGÜÍ adeude al Contratista con ocasión de la ejecución del presente Contrato, de conformidad con las reglas del Código Civil.

#### **Cláusula 15 –Caducidad**


La caducidad, de acuerdo con las disposiciones y procedimientos legamente establecidos, puede ser declarada por parte del Municipio de TOGÜÍ cuando exista un incumplimiento grave que afecte la ejecución del presente Contrato. Por ejemplo, se entiende como incumplimiento grave:

15.1 Paralización de las actividades por un tiempo igual o superior al 20% del término total del contrato, por causas imputables al Contratista.

**UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co)



 NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS	
	DESPACHO DEL ALCALDE	PROCEDIMIENTO	
		P-GD-100-05-02 Versión 2	Página 13 de 17 08/01/2014
<b>CONTRATO</b>			

15.2 Paralización del personal por un tiempo igual o superior a 10% del término de ejecución del contrato.

**Cláusula 16 –Garantías**

El Contratista debe presentar dentro de los tres (3) días hábiles siguientes a la firma del presente Contrato una garantía de cumplimiento a favor del Municipio de TOGUÍ como a continuación se especifica:

**16.1 Cumplimiento**

Amparo	Suficiencia	Vigencia
<b>Cumplimiento del Contrato</b>	por una cuantía equivalente al diez por ciento (10%) del valor total del contrato	vigencia igual al plazo del mismo más el termino pactado en el contrato para su liquidación
<b>Pago de salarios prestaciones sociales legales e indemnizaciones laborales</b>	por el equivalente al cinco por ciento (5%) del valor total del contrato	Igual al plazo del mismo y tres (3) años más.
<b>Estabilidad y calidad de la obra</b>	En una cuantía equivalente al diez por ciento (10%) del valor total de la obra ejecutada	cinco (5) años contados a partir de la fecha de suscripción del Acta de Recibo Definitivo de obra

**16.2 Responsabilidad Civil Extracontractual (RCE)**

Por una cuantía equivalente a 200 salarios mínimo mensual legal vigente, con una vigencia igual al plazo de ejecución del contrato

**Cláusula 17 –Independencia del Contratista**


El Contratista es una entidad independiente de [nombre de la Entidad Estatal], y en consecuencia, el Contratista no es su representante, agente o mandatario. [Nombre del Contratista] no tiene la facultad de hacer declaraciones, representaciones o compromisos en nombre de la del Municipio de TOGUÍ, ni de tomar decisiones o iniciar acciones que generen obligaciones a su cargo.

**Cláusula 18 –Cesiones**

El Contratista no puede ceder parcial ni totalmente sus obligaciones o derechos derivados del presente Contrato sin la autorización previa y por escrito del Municipio de TOGUÍ

**UNIDOS POR EL TOGUÍ QUE TODOS QUEREMOS**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
www.togui-boyaca.gov.co

 NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS	
		PROCEDIMIENTO	
	DESPACHO DEL ALCALDE	P-GD-100-05-02	Página 14 de 17
		Versión 2	08/01/2014
CONTRATO			

Si el Contratista es objeto de fusión, escisión o cambio de control, El municipio de TOGÜÍ está facultado a conocer las condiciones de esa operación. En consecuencia, el Contratista se obliga a informar oportunamente al Municipio de TOGÜÍ de la misma y solicitar su consentimiento.

Si la operación pone en riesgo el cumplimiento del Contrato, el Municipio de TOGÜÍ exigirá al Contratista, sus socios o accionistas una garantía adicional a la prevista en la cláusula 16 del presente Contrato. Si el Contratista, sus socios o accionistas no entregan esta garantía adicional, la Entidad Estatal contratante puede válidamente oponerse ante la autoridad correspondiente a la operación de fusión o escisión empresarial o cambio de control.

#### **Cláusula 19 -Subcontratación**

El puede subcontratar con cualquier tercero la ejecución de las actividades relacionadas con el objeto del presente Contrato. Sin embargo, el Contratista debe comunicar de estas contrataciones a la Contratante y debe tener el debido registro de este tipo de negocios jurídicos. El Contratista debe mantener indemne a la Entidad Contratante de acuerdo con la cláusula 20.

#### **Cláusula 20 - Indemnidad**

El Contratista se obliga a indemnizar al Municipio de TOGÜÍ con ocasión de la violación o el incumplimiento de las obligaciones previstas en el presente Contrato.

El Contratista se obliga a mantener indemne a la Contratante de cualquier daño o perjuicio originado en reclamaciones de terceros que tengan como causa sus actuaciones hasta por el monto del daño o perjuicio causado y hasta por el valor del presente Contrato.


El Contratista mantendrá indemne a la Contratante por cualquier obligación de carácter laboral o relacionado que se originen en el incumplimiento de las obligaciones laborales que el Contratista asume frente al personal, subordinados o terceros que se vinculen a la ejecución de las obligaciones derivadas del presente Contrato.

#### **Cláusula 21 -Caso Fortuito y Fuerza Mayor**

Las partes quedan exoneradas de responsabilidad por el incumplimiento de cualquiera de sus obligaciones o por la demora en la satisfacción de cualquiera de las prestaciones a su cargo derivadas del presente Contrato, cuando el incumplimiento sea resultado o consecuencia de la ocurrencia de un evento de fuerza mayor y caso fortuito debidamente invocadas y constatadas de acuerdo con la ley y la jurisprudencia colombiana.

**UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co)

 NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS	
		PROCEDIMIENTO	
	DESPACHO DEL ALCALDE	P-GD-100-05-02	Página 15 de 17
		Versión 2	08/01/2014
CONTRATO			

## **Cláusula 22 –Solución de Controversias**

Las controversias o diferencias que surjan entre el Contratista y la Entidad Contratante con ocasión de la firma, ejecución, interpretación, prórroga o terminación del Contrato, así como de cualquier otro asunto relacionado con el presente Contrato, serán sometidas a la revisión de las partes para buscar un arreglo directo, en un término no mayor a cinco (5) días hábiles a partir de la fecha en que cualquiera de las partes comuniquen por escrito a la otra parte la existencia de una diferencia y la explique someramente.

Las controversias que no puedan ser resueltas de forma directa entre las partes, se resolverán empleado una o varias de las siguientes opciones:

**La Amigable composición:** Cuando la controversia se relacione con asuntos técnicos, puede someterse a un procedimiento de amigable composición que se surtirá ante [organización que tramitará la amigable composición], previa solicitud de arreglo directo. El amigable componedor será una (1) sola persona, que debe tener una formación profesional en el manejo de los aspectos técnicos objeto del presente contrato y que tomará una decisión final en equidad, utilizando principalmente su formación profesional.


**Conciliación:** Cuando la controversia no pueda arreglarse de manera directa [o no pueda existir una amigable composición] debe someterse a un procedimiento conciliatorio que se surtirá ante [nombre del centro de conciliación], previa solicitud de conciliación elevada individual o conjuntamente por las Partes. Si en el término de ocho (8) días hábiles a partir del inicio del trámite de la conciliación, el cual se entenderá a partir de la fecha de la primera citación a las Partes que haga [nombre del centro de conciliación], las Partes no llegan a un acuerdo para resolver sus diferencias, deben acudir a la jurisdicción contencioso administrativa o un Tribunal de Arbitramento

**En caso que se pacte una cláusula compromisoria:** El Tribunal de Arbitramento funcionará en la ciudad de Tunja y estará sujeto al reglamento de la cámara de comercio de esa ciudad o del Centro de Arbitraje]. El Tribunal de Arbitramento estará integrado por Tres árbitros, quienes serán abogados colombianos] y decidirán en derecho. Los árbitros serán designados de común acuerdo por las Partes y a falta de acuerdo los nombrarán la Cámara de Comercio. La falta de acuerdo sobre el nombramiento de los árbitros se presumirá si a los diez (10) días hábiles contados a partir de la solicitud de la instalación del Tribunal de Arbitramento no están los tres (3) árbitros nombrados. Los gastos que ocasione el Tribunal de Arbitramento serán cubiertos por las Partes de conformidad con las normas aplicables sobre la materia. La aplicación y los efectos de la cláusula de caducidad, terminación unilateral, interpretación unilateral y modificación unilateral, no serán sometidas a arbitramento

El acuerdo al que se llegue en la etapa de arreglo directo, amigable composición, en la conciliación si hay lugar a ella y el laudo arbitral es de obligatorio cumplimiento para las

**UNIDOS POR EL TOGUÍ QUE TODOS QUEREMOS**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co)

 NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS	
		PROCEDIMIENTO	
	DESPACHO DEL ALCALDE	P-GD-100-05-02	Página 16 de 17
		Versión 2	08/01/2014
CONTRATO			

partes y presta mérito ejecutivo. En consecuencia, cualquiera de las Partes puede exigir su cumplimiento en un proceso ejecutivo.

#### **Cláusula 23 - Notificaciones**

Los avisos, solicitudes, comunicaciones y notificaciones que las Partes deban hacer en desarrollo del presente Contrato deben constar por escrito y se entenderán debidamente efectuadas sólo si son entregadas personalmente o por correo electrónico a la persona y a las direcciones indicadas a continuación:

<b>Alcaldía Municipal de TOGUÍ</b> Nombre R/L: GERMAN ALFONSO SANCHEZ SAAVEDRA Cargo: Alcalde Municipal Dirección: Calle 3 N° 3-23 Teléfono: 3124320528 Correo electrónico: <a href="mailto:alcaldia@togui-boyaca.gov.co">alcaldia@togui-boyaca.gov.co</a>	<b>H Y H CONSTRUCTORES INGENIERIA S.A.S</b> Nombre R/L: HELMUNT ALVAREZ CALDERON Dirección: calle 24 N° 10-16 int 103 Tunja Teléfono: 7401670 Correo electrónico: <a href="mailto:hhconstructoresas@gmail.com">hhconstructoresas@gmail.com</a>
---	--

#### **Cláusula 24 - Supervisión**

La supervisión de la ejecución y cumplimiento del presente Contrato está a cargo de Ing. De la secretaría de Planeación y Obras Públicas

#### **Cláusula 25 - Interventoría**

Para el presente contrato no se hace necesario la contratación de interventoría externa

#### **Cláusula 26 –Anexos del Contrato**

Los siguientes documentos hacen parte integral del presente Contrato:

- 26.1 Actos administrativos de calamidad pública y declaratoria de urgencia manifiesta
- 26.2 La Oferta presentada por el Contratista.
- 26.3 Documentos jurídicos del contratista
- 26.4 Especificaciones técnicas


#### **Cláusula 27 –Perfeccionamiento y ejecución**

El presente Contrato requiere para su perfeccionamiento y ejecución la firma de las partes, la acreditación de encontrarse el Contratista a paz y salvo por concepto de aportes al sistema de seguridad social integral y la aprobación de la garantía de que trata la cláusula 16 del presente Contrato.

**UNIDOS POR EL TOGUÍ QUE TODOS QUEREMOS**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co)



 NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS	
		PROCEDIMIENTO	
	DESPACHO DEL ALCALDE	P-GD-100-05-02	Página 17 de 17
		Versión 2	08/01/2014
CONTRATO			

#### **Cláusula 28 - Disponibilidad presupuestal**

El municipio de TOGÜÍ pagará al Contratista el valor del presente Contrato con cargo al certificado de disponibilidad No 2017000377 de fecha 5 de diciembre de 2017 con cargo a los siguientes rubros presupuestales: 23080801 denominados: construcción de placa huella y puente vehicular en la vereda Garibay sector Pómeca y cacharro del municipio de Togüí, departamento de Boyacá

#### **Cláusula 29 –Registro y apropiaciones presupuestales**

El presente Contrato está sujeto a registro presupuestal y el pago de su valor a las apropiaciones presupuestales.

#### **Cláusula 30- Confidencialidad**

En caso que exista información sujeta a alguna reserva legal, las partes deben mantener la confidencialidad de esta información. Para ello, debe comunicar a la otra parte que la información suministrada tiene el carácter de confidencial.

#### **Cláusula 31 –Liquidación**

Posterior a la suscripción del Acta de Recibo Final, las partes deben liquidar el Contrato. En caso que el Contratista se oponga o no exista un Acta de Recibo Final, el Contratante puede liquidar unilateralmente el presente Contrato.

#### **Cláusula 32 –Lugar de ejecución y domicilio contractual**

Las actividades previstas en el presente Contrato se deben desarrollar en el Municipio de TOGÜÍ y el domicilio contractual de la entidad contratante es el municipio de TOGÜÍ

Para constancia, se firma en el Municipio de TOGÜÍ el día veintinueve (29) de enero de 2017.

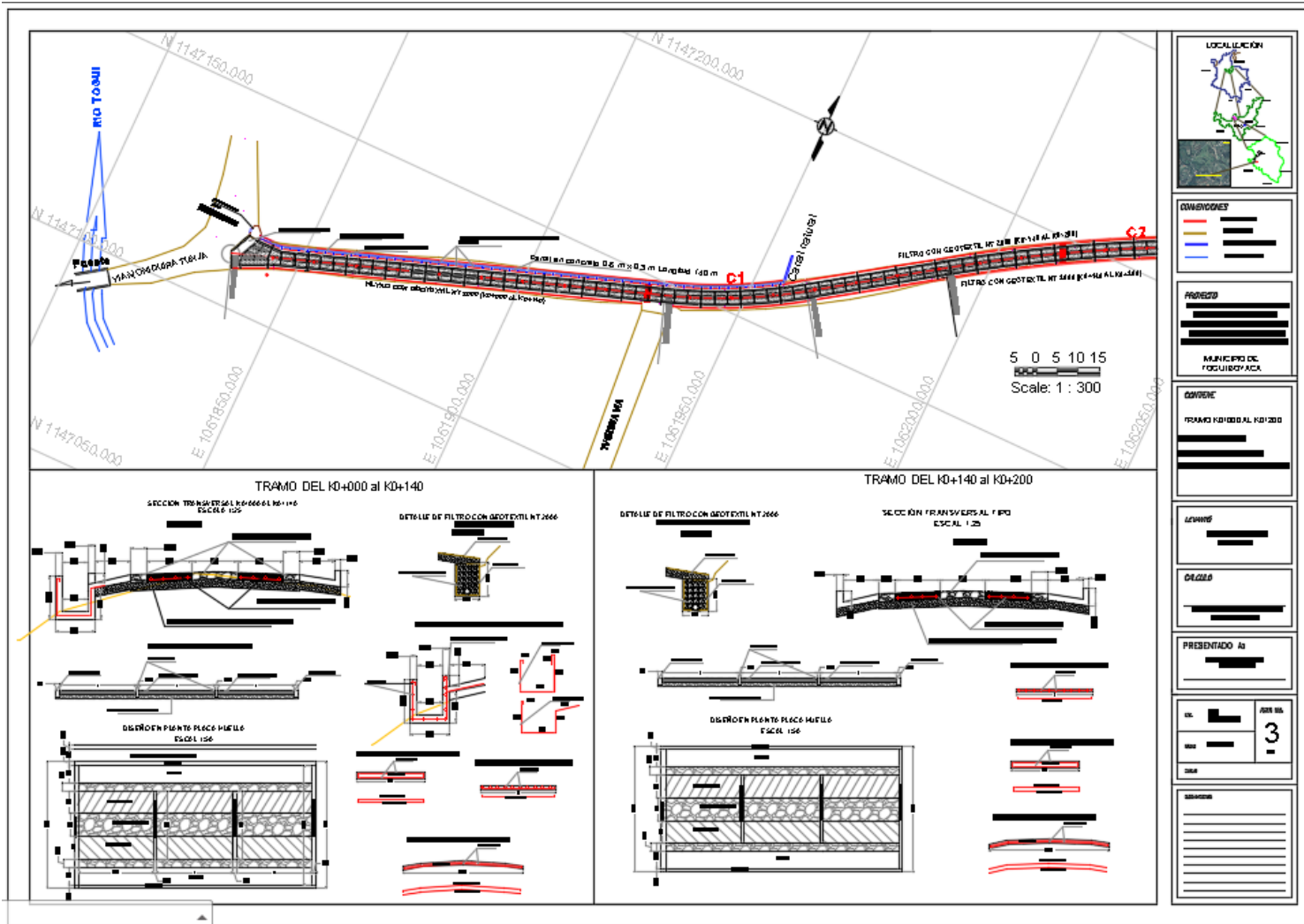
<b>GERMAN ALFONSO SANCHEZ SAAVEDRA</b> Alcalde Municipal	<b>HELMUNT ALVAREZ CALDERON R/L H Y H CONSTRUCTORES INGENIERIA S.A.S</b>

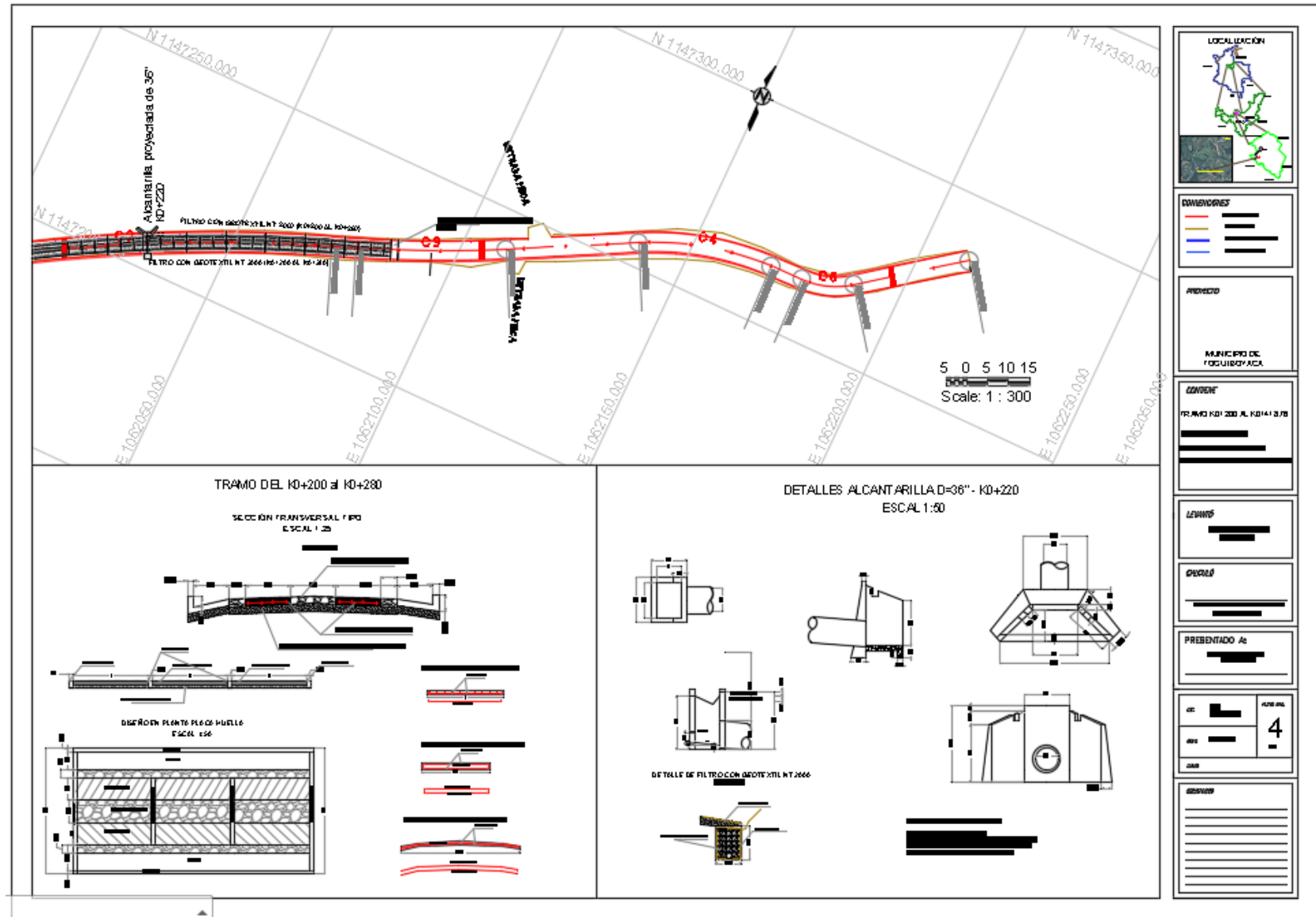
**UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co)

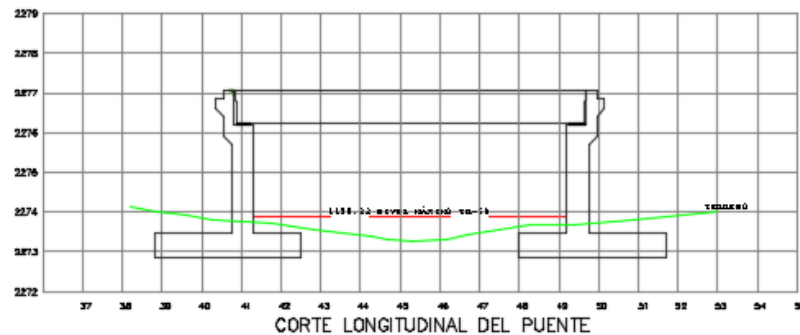
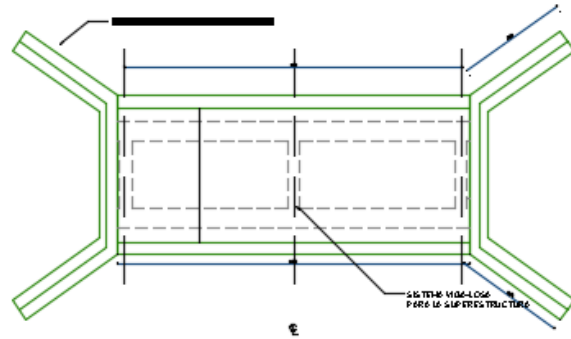
## ANEXO B. PLANOS DE DISEÑO DEL PROYECTO

➤ PLACA HUELLA





## ➤ Puente Vehicular



### NOTAS:

- Los Niveles indicados corresponden a las proyecciones Topográficas se deberá confirmar la obra y ajustarla a las condiciones propias del terreno.
- Todas las elementos de cimentación debe estar apoyados en una capa de concreto pobre de 5 cm.
- Se deberá garantizar que en las zonas donde quede concreto en contacto con el suelo, se debe tener un recubrimiento mínimo de 7 cm para el acero de refuerzo.
- La placa de concreto de piso debe estar apoyada sobre una base granular de 10 cm con una densidad del 95% de Proctor Modificado.
- Para el control del agua de infiltración se deberán seguir las recomendaciones propias de los procesos constructivos y el estado de estos.
- Para todas las demás recomendaciones y manejo de materiales y taludes se deberá seguir las recomendaciones planteadas en las normas de construcción y el estudio de estos.
- El despliegue de los planos de la baranda está en el plano 4 de 4 de talles.
- En la construcción de los estribos del puente se debe tener en cuenta la posición de los elementos simétricos que definen a los pillos.
- No es permitido el uso de soldadura para unir las barras de refuerzo.
- Para los traspases han utilizado varillas de 6D, y 3D m.
- Las alternativas de traspases predefinidas cuando se considere pertinentes según disponibilidad del refuerzo, por la ingeniería especializada en estructuras.

### NOTAS GENERALES

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:	CODIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SÍMBOLO DE PUENTES-2014
	El concreto para el diseño de la obra deberá ser suministrado por la compañía a la vez de la obra en 210 kg/m <sup>3</sup> .
	El concreto debe cumplir las normas de diseño MIS-ICONTEC -C.C.O. & P.111
ACERO DE REFUERZO	El acero de refuerzo deberá ser suministrado por la compañía a la vez de la obra en 210 kg/m <sup>3</sup> .
	El acero de refuerzo deberá cumplir las normas de diseño MIS-ICONTEC -C.C.O. & P.111
OPCIÓN DE DISEÑO	Opcción de Diseño de 10 m.
ACERO ESTRUCTURAL	6 barras TH40 para puentes de 10 m y 600 para puentes de 15 m.



ALCALDÍA DE TOGUI  
OFICINA ASESORA DE PLANEACIÓN

PROYECTO:

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE POR CARRETERA EN LA ZONA DE LA COMUNA DE TOGUI

BOGOTÁ

PROYECTO DE:

CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE VEHICULAR EN LA ZONA DE LA COMUNA DE TOGUI

BOGOTÁ

PROYECTO DE:

CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE VEHICULAR EN LA ZONA DE LA COMUNA DE TOGUI

BOGOTÁ

PROYECTO DE:

CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE VEHICULAR EN LA ZONA DE LA COMUNA DE TOGUI

BOGOTÁ

PROYECTO DE:

CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE VEHICULAR EN LA ZONA DE LA COMUNA DE TOGUI

BOGOTÁ

PROYECTO DE:

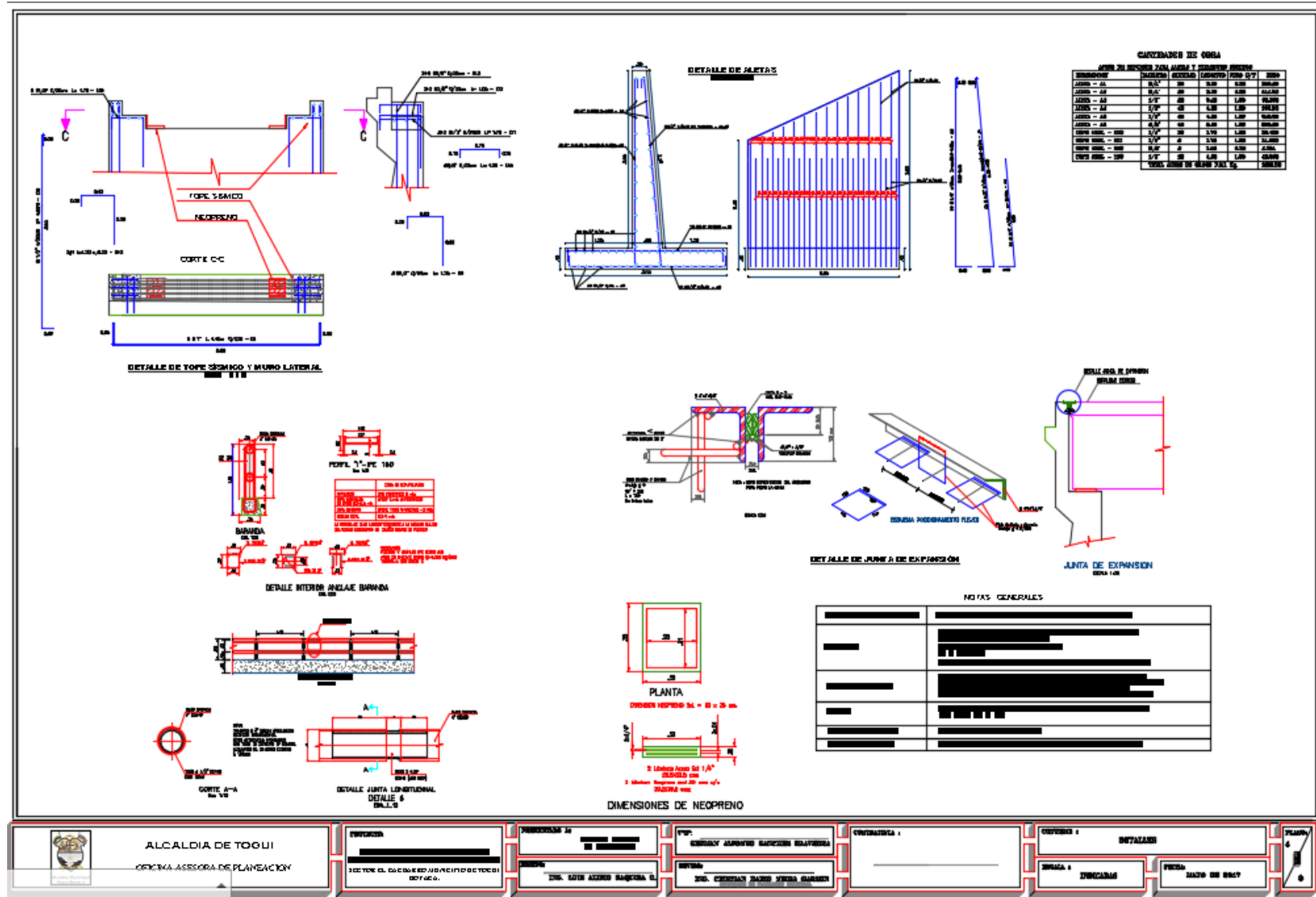
CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE VEHICULAR EN LA ZONA DE LA COMUNA DE TOGUI

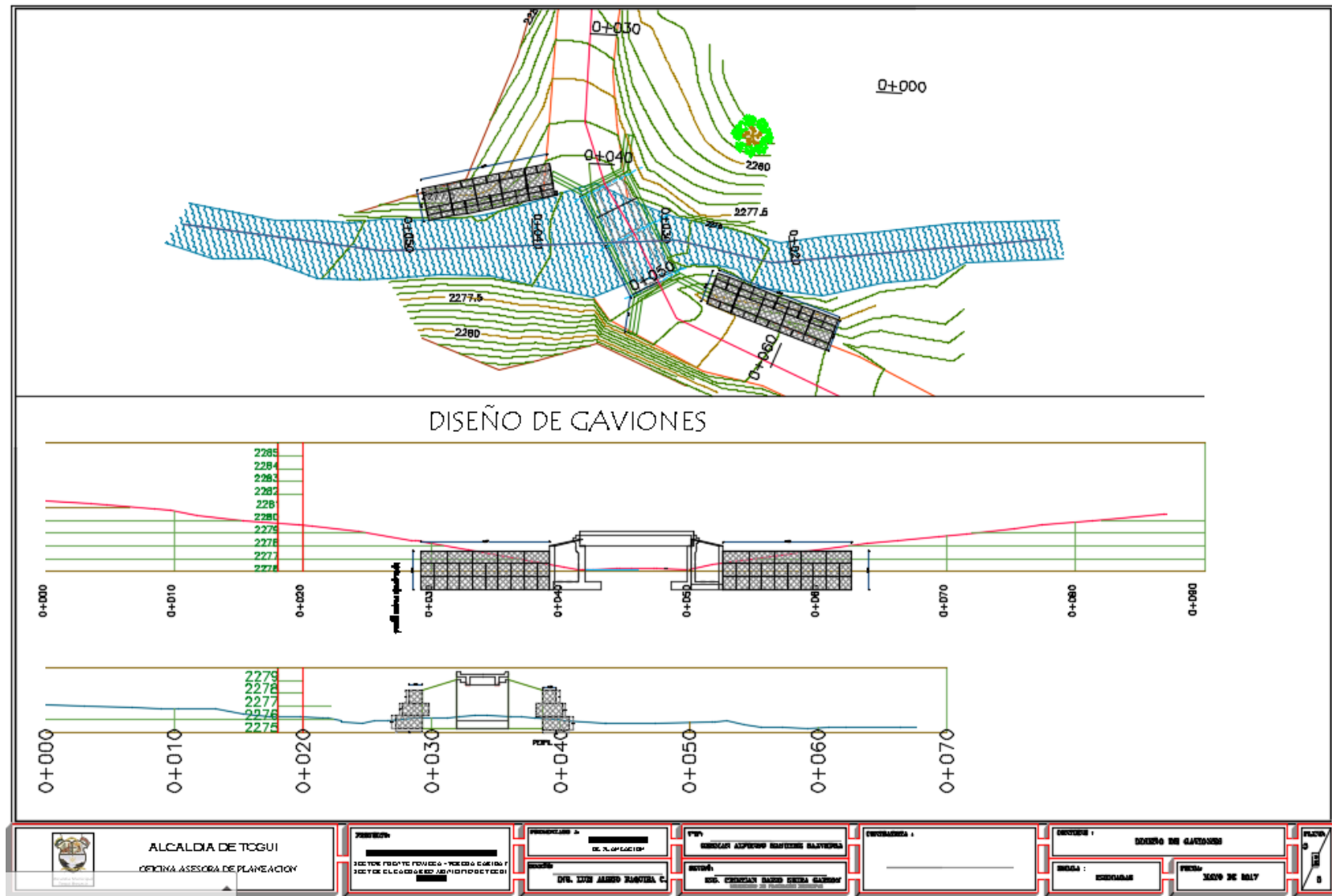
BOGOTÁ













## ANEXO C. REGISTRO FOTOGRÁFICO VISITA AL LUGAR DEL PROYECTO

### ➤ Placa huella

 <p>Fuente: Propia</p>	<p>Intersección de la vía a intervenir con la vía principal que conduce al casco urbano del municipio. (Fecha de captura: 10/02/2018, PR0+000)</p>
 <p>Fuente: Propia</p>	<p>Punto de inicio de la vía a intervenir con placa huella. (Fecha de captura: 10/02/2018, PR0+000)</p>
 <p>Fuente: Propia</p>	<p>Tramo con alta pendiente y avanzado deterioro en su superficie de rodadura. (Fecha de captura: 10/02/2018, PR0+000)</p>



➤ Puente vehicular



Fuente: Propia

Sector conocido como Cacharro, sitio donde la vía se cruza con la quebrada del mismo nombre. (Fecha de captura: 10/03/2018)



Fuente: Propia

Aguas abajo quebrada el Cacharro. (Fecha de captura: 10/03/2018)

## ANEXO D. REGISTRO FOTOGRÁFICO SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO

 <p>Fuente: Propia</p>	<p>Intervención del señor Alcalde Municipal en la Socialización ante la comunidad. (Fecha de captura: 10/03/2018)</p>
 <p>Fuente: Propia</p>	<p>Habitantes de la zona asistentes a la socialización del proyecto, atendiendo amablemente lo expuesto en esta. (Fecha de captura: 10/03/2018)</p>
 <p>Fuente: Propia</p>	<p>Intervención de la parte contratista, exponiendo los aspectos técnicos más relevantes del proyecto. (Fecha de captura: 10/03/2018)</p>


## ANEXO E. ACTA DE COMITÉ DE OBRA N° 1

ACTA DE COMITÉ DE OBRA
<b>COMITÉ DE OBRA No.: 001</b> <b>FECHA DE PRESENTE ACTA:</b> 15 de marzo de 2018 <b>CONTRATO DE OBRA No.:</b> COP-MT-01-2018 <b>OBJETO:</b> "CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA Y PUENTE VEHICULAR EN LA VEREDA GARIBAY SECTOR POMECA Y CACHARRO DEL MUNICIPIO DE TOGÜÍ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ" <b>CONTRATISTA DE OBRA:</b> H&H CONSTRUCTORES INGENIERIA SAS R/L HELMUNTH ALVAREZ CALDERON
<b>CONTRATO DE INTEREVENTORIA No.:</b> COI-MT-01-2018 <b>CONTRATISTA DE INTERVENTORIA :</b> ING. ELIANA PATRICIA SARMIENTO CIFUENTES
VERIFICACIÓN DE COMPROMISOS ACTA ANTERIOR
No existen actas de comités anteriores.
TEMAS A TRATAR PRESENTE COMITÉ
<p>En las Oficinas de la Alcaldía Municipal de Togüí, se reunieron: El Ing <b>CRISTIAN NEIRA GARZON</b>, Secretario de Despacho Oficina de Planeación y de Obras Públicas (supervisor), el Ing <b>HELMUNTH ALVAREZ CALDERON R/L</b> de <b>H&amp;H CONSTRUCTORES INGENIERIA SAS</b>, Contratista, y la ing <b>ELIANA PATRICIA SARMIENTO CIFUENTES</b> en calidad de interventoría</p> <p>Para suscribir el presente comité de seguimiento de obra, quienes suscriben su firma al final del presente documento. Para realizar la suscripción de acta de inicio de los contratos y tratar temas Administrativos, Financieros y Técnicos correspondiente al desarrollo de la obra.</p>
DESARROLLO DEL COMITÉ
<p>Se suscribió el acta de inicio del contrato de obra e interventoría y se procedió a realizar la visita de obra a la vereda Garibay sector Pomeca y Cacharro donde se localizó las obras a intervenir, en el sector Pomeca (la construcción de la placa huella, obras de arte (alcantarilla, canal en concreto y filtro para el manejo de aguas) y en el sector Cacharro la construcción la construcción del puente así como la identificación de la ruta para la caracterización vial del sector.</p>
<p>En la localización de las obras a intervenir en el sector Pomeca POR CONSECUENCIA AL ESTADO DE TIEMPO QUE SE PRESENTA EN LA ZONA, CON ALTAS Y PERMANENTES PRECIPITACIONES, se evidencia que la CONSTRUCCION DE LA alcantarilla NO ES VIABLE YA QUE LAS AGUAS DE ESCORRENTIA SE DEVUELVEN a la via EN EL PR 0+150 DEBIDO A LA TOPOGRAFIA EXISTENTE EN LOS TERRENOS DONDE SE HARA EL DESCOLE DE LA ALCANTARILLA Y PARA MANEJAR ADECUADAMENTE LAS AGUAS DE ESCORRENTIA Y LLEVARLAS AL cuerpos de agua MAS cercano ( RIO SECTOR POMECA) ES NECESARIO REALIZAR UN DESCOLE DE APROXIMADAMENTE 150 ML CON TUBERIA DE 36" QUE ES LA ADECUADA PARA CUMPLIR CON LA CAPACIADA DE CAUDAL SEGÚN EL ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA VIA A CONSTRUIR. ASI MISMO SE DEBE REALIZAR UNA EXCAVACION PROFUNDA PORQUE ESTE DESCOLE PASARIA POR EL EJE DE LOS PREDIOS PARA LOGRAR EVITAR GENERAR DAÑOS GRAVES A ESTOS PREDIOS YA QUE SU USO ES</p>



<p>AGRICOLA Y GANADERO.LO CUAL GENERARA UN SOBRECOSTO PARA EL PROYECTO EL CUAL NO SE TENIA CONTEMPLADO.</p> <p>ASI MISMO SE EVIDENCIO QUE ES NECESARIO AUMENTAR LA LONGITUD DEL FILTRO EN EL COSTADO DERECHO DE LA VIA 30M DEBIDO A QUE SE OBSERVO UN ALGIBE QUE BROTA EN LA PARTE BAJA DEL TALUD EN EL PR 0+285 Y ASI MISMO PARA ENCAUSARLO HASTA EL CUERPO DE AGUAS MAS CERCANO.</p>		
<p>1. Posteriormente se realiza visita AL SECTOR CACHARRO, en donde se construirá el puente vehicular, se evidencia la necesidad y urgencia de este puente, ya que EL CAUCE DE LA QUEBRADA AUMENTA DEMASIADO Y los usuarios se ven obligados a atravesar la quebrada POR BARAS DE MADERA diariamente para realizar sus diferentes tipos de actividades Y MUCHAS VECES QUEDAN INCOMUNICADOS.</p>		
<p>2. SE SOLICITA el permiso de ocupación del cauce AL ENTE CONTRATANTE PARA EL INICIO DE LAS ACTIVIDADES DEL PUENTE a lo que el ingeniero CRISTIAN NEIRA GARZON en calidad de secretario de planeación manifiesta que ese trámite ya se realizó y están a espera DE LA RESOLUCION POR PARTE DE CORPOBOYACA</p>		
<p>EL INTERVENTOR SOLICITA AL CONTRATISTA SE HAGA ENTREGA INMEDIATA DE LOS DOCUMENTOS SOLICITADOS EN EL OFICO COI-MT-001-2018-01 DE FECHA 15 DE MARZO DE 2018 PARA LLEVAR EL DESARROLLO DEL CONTRATO ADECUADAMENTE.</p>		
<b>COMPROMISOS PACTADOS</b>		
<b>Compromiso</b>	<b>Fecha prevista</b>	<b>Responsable</b>
ENTREGA DE DOCUMENTACION DEL CONTRATO DE OBRA	29/03/2018	Contratista
Entrega DE DOCUMENTOS RADICADOS A LA corporación para la verificación del tramite de ocupación de cauce.	29/03/2018	Administración municipal
Entrega planillas de afiliación a seguridad social de los trabajadores que intervendrán en el proyecto	20/03/2018	Contratista
Entrega de pólizas actualizadas a partir de fecha de suscripción del acta de inicio	20/03/2018	Contratista Interventoría
<b>PARTICIPANTES</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Firma</b>
CRISTIAN NEIRA GARZON	Sec. Planeación	
HELMUNTH ALVAREZ CALDERON	Ing. Contratista	
ELIANA SARMIENTO CIFUENTES	Ing. Interventor	
JOSE AVELLA AFRICANO	Ing. Residente de obra	

## ANEXO F. ACTA DE COMITÉ DE OBRA N° 2

  NIT: 800062255-9	<b>ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ</b>	<b>PROGRAMA DE GESTION DE DOCUMENTOS</b>	
		<b>CODIGO POSTAL 154401</b>	
		<b>PROCEDIMIENTO</b>	
	<b>SECRETARIA DE PLANEACIÓN</b>	<b>P-GD-100</b>	<b>Página 1 de 1</b>
		<b>Versión 2</b>	<b>08/01/2014</b>
<b>ACTAS</b>			

**ACTA DE COMITÉ DE OBRA**

**COMITÉ DE OBRA No.: 002**  
**FECHA DE PRESENTE ACTA:** 27 de marzo de 2018  
**CONTRATO DE OBRA No.:** COP-MT-01-2018  
**OBJETO:** "CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA Y PUENTE VEHICULAR EN LA VEREDA GARIBAY SECTOR POMECA Y CACHARRO DEL MUNICIPIO DE TOGÜÍ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ"  
**CONTRATISTA DE OBRA:** H&H CONSTRUCTORES INGENIERIA SAS R/L HELMUNTH ALVAREZ CALDERON  
**CONTRATO DE INTEREVENTORIA No.:** COI-MT-01-2018  
**CONTRATISTA DE INTERVENTORIA :** ING. ELIANA PATRICIA SARMIENTO CIFUENTES

**VERIFICACIÓN DE COMPROMISOS ACTA ANTERIOR**

Se realiza lectura del acta de comité 01 de fecha 15 de marzo de 2018, en donde se verifican los compromisos adquiridos por las partes.

**COMPROMISOS PACTADOS ACTA ANTERIOR**

Compromiso	Fecha prevista	Responsable	Cumplimiento
Entrega de documentación del contrato de obra	29/03/2018	Contratista	Si
Entrega de documentos radicados a la corporación para la verificación del trámite de ocupación de cauce.	29/03/2018	Administración municipal	Si
Entrega planillas de afiliación a seguridad social de los trabajadores que intervendrán en el proyecto	20/03/2018	Contratista	Si

**"UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS"**

---

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co) – [alcaldia@togui-boyaca.gov.co](mailto:alcaldia@togui-boyaca.gov.co)

  NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTION DE DOCUMENTOS	
		CODIGO POSTAL 154401	
		PROCEDIMIENTO	
	SECRETARIA DE PLANEACIÓN	P-GD-100	Página 1 de1
Versión 2		08/01/2014	
ACTAS			

#### TEMAS A TRATAR PRESENTE COMITÉ

En las Oficinas de la Alcaldía Municipal de Togüi, se reunieron: El Ing **CRISTIAN NEIRA GARZON**, Secretario de Despacho Oficina de Planeación y de Obras Públicas (supervisor), el Ing **HELMUNTH ALVAREZ CALDERON** R/L de **H&H CONSTRUCTORES INGENIERIA SAS**, Contratista, y la Ing **ELIANA PATRICIA SARMIENTO CIFUENTES** en calidad de interventoría. Para suscribir el presente comité de seguimiento de obra, quienes suscriben su firma al final del presente documento. Para tratar temas Administrativos, Financieros y Técnicos correspondiente al desarrollo de la obra.

#### DESARROLLO DEL COMITÉ

Se da inicio con visita de obra a la vereda Garibay sector Pomoca donde se realizara la construcción de la placa huella, donde se evidencia en la excavación mecánica en roca para la construcción de obras de drenaje (Filtro), que existe muchas filtraciones de agua subterránea y aljibes por lo que se hace necesario el suministro e instalación tubería pvc d=4" de drenaje con micro-perforaciones para garantizar la eliminación de acumulaciones de agua, para dar dirección y fluidez a las aguas y así brindar una mayor capacidad de drenaje subterráneo al filtro y evitar la colmatación del filtro. Todo con el fin de garantizar calidad y estabilidad de la obra de concreto (placa huella).

Además se observa que debido a la geología de la zona con gran cantidad de macizo rocoso presente en el terreno es imposible respetar la brecha de 0.6m de ancho según diseño para la construcción del filtro, a pesar de que el contratista está utilizando retroexcavadora con un balde pequeño de 0.5 m de ancho y mano de obra con martillo para roca, se tiene un promedio de 0,9 m de ancho de brecha en obra por tal motivo se generara mayor cantidad de excavación y construcción del filtro.

La interventoría y la supervisión aprueban el suministro e instalación tubería pvc d=4" de drenaje con micro-perforaciones.

Se realizó un balance de obra donde se evidencia que el ítem no previsto y las modificaciones de cantidades no afectan el presupuesto inicial, debido a que no se realizara la construcción de la alcantarilla.

El contratista se compromete a entregar el Apu de ítem no previsto para revisión y aprobación por parte de la interventoría de acuerdo a los precios de la gobernación.

Se le solicita al contratista el pago de planilla de seguridad social del mes de marzo del personal que labora en la obra.

El contratista manifiesta que la temporada invernal que atraviesa la región ha provocado retrasos en el rendimiento de las actividades de obra, debido a que se han presentado fuertes lluvias en las

**"UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS"**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-bovaca.gov.co](http://www.togui-bovaca.gov.co) – [alcaldia@togui-bovaca.gov.co](mailto:alcaldia@togui-bovaca.gov.co)

  <b>NIT: 800062255-9</b>	<b>ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ</b>	<b>PROGRAMA DE GESTION DE DOCUMENTOS</b>	
		<b>CODIGO POSTAL 154401</b>	
	<b>SECRETARIA DE PLANEACIÓN</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		<b>P-GD-100</b>	<b>Página 1 de 1</b>
		<b>Versión 2</b>	<b>08/01/2014</b>
<b>ACTAS</b>			

horas de la tarde provocando que solo se pueda trabajar en la excavación y construcción del filtro media jornada.

**COMPROMISOS PACTADOS**

<i>Compromiso</i>	<i>Fecha prevista</i>	<i>Responsable</i>
Entrega Apu ítem no previsto	27- 03 - 2018	Contratista
Entrega planilla de seguridad social	06- 04 - 2018	Contratista


**PARTICIPANTES**

<i>Nombre</i>	<i>Cargo</i>	<i>Firma</i>
CRISTIAN NEIRA GARZON	Supervisor	
HELMUNTH ALVAREZ CALDERON	Contratista	
ELIANA SARMIENTO CIFUENTES	Interventoría	
JOSE AVELLA AFRICANO	Ing. Residente de obra	

**"UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS"**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co) – [alcaldia@togui-boyaca.gov.co](mailto:alcaldia@togui-boyaca.gov.co)

## ANEXO G. ACTA DE COMITÉ DE OBRA N° 3

  <b>NIT: 800062255-9</b>	<b>ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ</b>	<b>PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS</b>	
		<b>CODIGO POSTAL 154401</b>	
	<b>SECRETARÍA DE PLANEACIÓN</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	
		<b>P-GD-100</b>	<b>Página 1 de 1</b>
		<b>Versión 2</b>	<b>08/01/2014</b>
<b>ACTAS</b>			

<b>ACTA DE COMITÉ DE OBRA</b>												
<b>COMITÉ DE OBRA No.: 003</b>												
<b>FECHA DE PRESENTE ACTA:</b> 12 de Abril de 2018												
<b>CONTRATO DE OBRA No.:</b> COP-MT-01-2018												
<b>OBJETO:</b> "CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA Y PUENTE VEHICULAR EN LA VEREDA GARIBAY SECTOR POMECA Y CACHARRO DEL MUNICIPIO DE TOGÜÍ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ"												
<b>CONTRATISTA DE OBRA:</b> H&H CONSTRUCTORES INGENIERIA SAS R/L HELMUNTH ALVAREZ CALDERON												
<b>CONTRATO DE INTEREVENTORIA No.:</b> COI-MT-01-2018												
<b>CONTRATISTA DE INTERVENTORIA :</b> ING. ELIANA PATRICIA SARMIENTO CIFUENTES												
<b>VERIFICACION DE COMPROMISOS ACTA ANTERIOR</b>												
Se realiza lectura del acta de comité 01 de fecha 15 de marzo de 2018, en donde se verifican los compromisos adquiridos por las partes.												
<b>COMPROMISOS PACTADOS ACTA ANTERIOR</b>												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Compromiso</th> <th style="text-align: center;">Fecha prevista</th> <th style="text-align: center;">Responsable</th> <th style="text-align: center;">Cumplimiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Entrega Apu ítem no previsto</td> <td style="text-align: center;">27/03/2018</td> <td style="text-align: center;">Contratista</td> <td style="text-align: center;">Si</td> </tr> <tr> <td>Entrega planilla de seguridad social</td> <td style="text-align: center;">06/04/2018</td> <td style="text-align: center;">Contratista</td> <td style="text-align: center;">Si</td> </tr> </tbody> </table>	Compromiso	Fecha prevista	Responsable	Cumplimiento	Entrega Apu ítem no previsto	27/03/2018	Contratista	Si	Entrega planilla de seguridad social	06/04/2018	Contratista	Si
Compromiso	Fecha prevista	Responsable	Cumplimiento									
Entrega Apu ítem no previsto	27/03/2018	Contratista	Si									
Entrega planilla de seguridad social	06/04/2018	Contratista	Si									
<b>TEMAS A TRATAR PRESENTE COMITÉ</b>												
<p>En las Oficinas de la Alcaldía Municipal de Togüí, se reunieron: El Ing <b>CRISTIAN NEIRA GARZON</b>, Secretario de Despacho Oficina de Planeación y de Obras Públicas (supervisor), el Ing <b>HELMUNTH ALVAREZ CALDERON R/L</b> de <b>H&amp;H CONSTRUCTORES INGENIERIA SAS</b>, Contratista, y la ing <b>ELIANA PATRICIA SARMIENTO CIFUENTES</b> en calidad de interventoría Para suscribir el presente comité de seguimiento de obra, quienes suscriben su firma al final del presente documento. Para tratar temas Administrativos, Financieros y Técnicos correspondiente al desarrollo de la obra.</p>												

**"UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS"**

---

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co) – [alcaldia@togui-boyaca.gov.co](mailto:alcaldia@togui-boyaca.gov.co)



  NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS	
		CODIGO POSTAL 154401	
		PROCEDIMIENTO	
	SECRETARÍA DE PLANEACIÓN	P-GD-100	Página 1 de 1
Versión 2		08/01/2014	
ACTAS			

#### DESARROLLO DEL COMITÉ

Se da inicio con visita de obra a la vereda Garibay sector Pomeca donde se realizara la construcción de la placa huella, donde se evidencia que es necesario realizar la excavación mecánica del talud en el lado derecho en el pr 0+220 al pr 0+269 debido a que este talud se encuentra saturado de agua, generando derrumbes, además se necesita dicha excavación para seguir con la construcción del filtro debido a que se requiere ubicar un aljibe que brota de dicho talud para encausarlo en el filtro y llevarlo hasta el cuerpo de aguas más cercano.

Además se reitera que debido a la geología de la zona con gran cantidad de macizo rocoso presente en el terreno es imposible respetar la brecha de 0.6m de ancho según diseño para la construcción del filtro, a pesar de que el contratista está utilizando retroexcavadora con un balde pequeño de 0.5 m de ancho y mano de obra con martillo para roca, se tiene un promedio de 0,9 m de ancho de brecha en obra por tal motivo se ha generado mayor cantidad de excavación y construcción del filtro.

La interventoría y la supervisión aprueban la excavación mecánica del talud para garantizar la calidad y estabilidad de la obra.

Se le solicita al contratista la utilización de (EPP) equipos de protección personal para el personal que se encuentra ejecutando actividades de obra.


El contratista manifiesta que se ha visto afectado en el rendimiento de las actividades de obra en especial de la excavación del filtro por la temporada invernal que atraviesa la región con altas y permanentes precipitaciones, ya que ha provocado derrumbes del talud del lado derecho de la vía y colmatación en la brecha que se realiza para la construcción del filtro

#### COMPROMISOS PACTADOS

Compromiso	Fecha prevista	Responsable
Entrega informe avance de obra	15- 04 - 2018	Interventoría

**"UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS"**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co) – [alcaldia@togui-boyaca.gov.co](mailto:alcaldia@togui-boyaca.gov.co)

  NIT: 800062255-9	ALCALDÍA MUNICIPAL TOGUI - BOYACÁ	PROGRAMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS	
		CODIGO POSTAL 154401	
		PROCEDIMIENTO	
	SECRETARÍA DE PLANEACIÓN	P-GD-100	Página 1 de 1
		Versión 2	08/01/2014
ACTAS			

PARTICIPANTES		
<i>Nombre</i>	<i>Cargo</i>	<i>Firma</i>
CRISTIAN NEIRA GARZON	Supervisor	
HELMUNTH ALVAREZ CALDERON	Contratista	
ELIANA SARMIENTO CIFUENTES	Interventoría	
JOSE AVELLA AFRICANO	Ing. Residente de obra	

**"UNIDOS POR EL TOGÜÍ QUE TODOS QUEREMOS"**

Palacio Municipal Calle 3 no. 3 - 23 Teléfono: 7292116 fax: 7292116  
[www.togui-boyaca.gov.co](http://www.togui-boyaca.gov.co) – [alcaldia@togui-boyaca.gov.co](mailto:alcaldia@togui-boyaca.gov.co)

## ANEXO H. CUADRO RESUMEN DE LOS ENSAYOS A LOS CONCRETOS

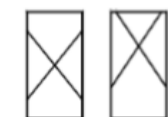
ENSAYO DE COMPRESION EN CILINDROS DE CONCRETO NTC 673	
---	---

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA Y PUENTE VEHICULAR DE LA VEREDA GARIBAY SECTOR POMECA Y CACHARRO DEL MUNICIPIO DE TOGÜI, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ	EC 0143-2017
LOCALIZACIÓN:	MUNICIPIO DE TOGÜI	
ID CILINDRO:	00143-2017	
TIPO DE MUESTRA:	Cilindros tomados en vaciado diario	
OBSERVACIONES:	Esquinas deterioradas	
CLIENTE:	H Y H CONSTRUCTORES INGENIERIA S.A.S	NIT. 900.851.172-4

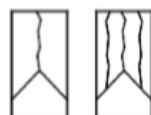
Características probeta						Tipo de Fractura	Observacion			Propiedades mecanicas		
Codigo Int	Diám (mm)	Altu (mm)	Relación L/D	Factor de Correccion	Edad (Días)	Tipo de fractura	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	ELEMENTO	Resistencia Esperada	Resistencia Final	Resistencia de Desarrollo
7501	148.00	300.00	2.03	1	7	Tipo 2	23 de Abril	30 de Abril	Cinta huella - Placa huella	3000	2167.80	72.26%
7502	151.30	312.00	2.06	1	7	Tipo 2	24 de Abril	1 de Mayo	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	3420.84	114.03%
7503	148.40	302.10	2.04	1	7	Tipo 4	26 de Abril	3 de Mayo	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	3278.4	109.28%
7504	151.20	305.00	2.02	1	14	Tipo 3	23 de Abril	07 de Mayo	Cinta huella - Placa huella	3000	2372.56	79.09%
7505	150.3	300.20	2.00	1	7	Tipo 2	30 de Abril	7 de Mayo	Cuneta de placa huella	3000	2238.2	74.61%
7506	154.70	315.00	2.04	1	14	Tipo 4	24 de Abril	08 de Mayo	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	4630.19	154.34%
7507	148.9	300.60	2.02	1	7	Tipo 4	01 de Mayo	08 de Mayo	Aletas de puente	3000	3278.5	109.28%
7508	148.6	297.40	2.00	1	14	Tipo 4	26 de Abril	10 de Mayo	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	3474.7	115.82%
7509	150.5	305.20	2.03	1	14	Tipo 5	30 de Abril	14 de Mayo	Cuneta de placa huella	3000	3178.4	105.95%
7510	149.5	298.30	2.00	1	14	Tipo2	01 de Mayo	15 de Mayo	Aletas de puente	3000	3865.4	128.85%
7511	149.8	304.30	2.03	1	7	Tipo 3	09 de Mayo	16 de Mayo	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	3167.3	105.58%
7512	152.7	295.50	1.94	1	7	Tipo 4	12 de Mayo	19 de Mayo	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	3356.3	111.88%
7513	149.00	304.00	2.04	1	28	Tipo 5	23 de Abril	21 de Mayo	Cinta huella - Placa huella	3000	3672.04	122.40%
7514	149.00	300.10	2.01	1	28	Tipo 3	24 de Abril	22 de Mayo	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	4819.58	160.65%



7515	147.4	298.50	2.03	1	28	Tipo 3	26 de Abril	24 de Mayo	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	4819.6	160.65%
7516	150.4	302.00	2.01	1	14	Tipo 5	09 de Mayo	23 de Mayo	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	3589.6	119.65%
7517	150.8	300.50	1.99	1	14	Tipo 3	12 de Mayo	26 de Mayo	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	3589.4	119.65%
7518	149.2	300.10	2.01	1	28	Tipo 3	30 de Abril	28 de Mayo	Cuneta de placa huella	3000	3698.4	123.28%
7519	150.6	297.90	1.98	1	28	Tipo 2	01 de Mayo	29 de Mayo	Aletas de puente	3000	4238.1	141.27%
7520	151.2	305.50	2.02	1	28	Tipo 5	09 de Mayo	06 de Junio	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	4078.7	135.96%
7521	151.9	305.50	2.01	1	28	Tipo 2	12 de Mayo	09 de Mayo	Zarpa de aletas y estribo - puente	3000	4478.5	149.28%
7522	152.4	308.00	2.02	1	14	Tipo 5	28 de Mayo	11 de Junio	Canal de recolección	3000	2597.6	86.59%



Tipo 1  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)



Tipo 2  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados



Tipo 4  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5  
fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre con frecuencia con cabezales no adheridos)



Tipo 6  
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

*Jorge Andres Roa Romero*

APROBÓ: ING. ESP. JORGE ANDRES ROA ROMERO  
M.P. 15202-268366 BYC